

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Direktor: Professor Dr. F. Jung

Experimentelle Untersuchungen der Auswirkungen von
Super Setting
auf die Erstarrungszeit, die Kugeldruckhärte,
die Druckfestigkeit und die Luftdurchlässigkeit
von verschiedenen zahnärztlichen Einbettmassen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
FRIEDRICH-JOSEF KLOHE
aus Mannheim

Mainz 1967

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Direktor: Professor Dr. F. Jung

Experimentelle Untersuchungen der Auswirkungen von Super Setting

auf die Erstarrungszeit, die Kugeldruckhärte,
die Druckfestigkeit und die Luftdurchlässigkeit
von verschiedenen zahnärztlichen Einbettmassen

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

FRIEDRICH-JOSEF KLOHE
aus Mannheim

Mainz 1967

Dekan : Professor Dr. Diethelm

Referent : Privatdozent Dr. Marx

Korreferent : Professor Dr. Jung



Tag der mündlichen Prüfung

9./10. Februar 1968

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	5
2. Überblick über die Literatur	8
3. Versuchsmaterialien	19
4. Beschreibung der Methodik zur Herstellung der Prüfkörper	20
5. a) Bestimmung der Erstarrungszeit	26
b) Bestimmung der Kugeldruckhärte	30
c) Bestimmung der Druckfestigkeit	36
d) Bestimmung der Luftdurchlässigkeit	45
6. Versuchsergebnisse mit graphischen Darstellungen und Tabellen	53
7. Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse	86
8. Zusammenfassung	117
9. Literaturverzeichnis	120
10. Lebenslauf	127

Einleitung und Problemstellung

Im Jahre 1904 gab Ollendorf erstmalig ein Gußverfahren an, das den Anforderungen an zahnärztliche Präzisionsgüsse gerecht werden sollte.

Ollendorf stellte sich Modelle aus Wachs her, die in eine feuerfeste Masse eingebettet wurden. Diese Masse wurde dann erhitzt, um das verwendete Wachs leicht aus der Form zu entfernen.

Die so gewonnene Form wurde bis auf die optimale Temperatur erhitzt, um das vorzeitige Erstarren des in die Form eingebrachten Gußgutes zu verhindern.

Diese inzwischen oft verbesserte Methode Ollendorfs ist heute immer noch die Grundlage, nach der Modelle und Formen angefertigt werden.

Freilich haben das Modellwachs, besonders aber die feuerfesten Massen, später Einbettmassen genannt, eine lange Entwicklung durchgemacht, um ihren heutigen Hochstand zu erreichen.

S c h o e n b e c k (36) empfahl 1931 zur Herstellung zahnärztlicher Einbettmassen eine Mischung von Gips und Hohenbockaer Sand. Das Verhältnis von Gips zu Hohenbockaer Sand sollte 1 : 2 sein.

F a l c k (9) schreibt in seinem Lehrbuch : "Als Einbettmassen bezeichnet man Gipsgemische, deren einer Bestandteil Gips als Bindemittel ist, der andere oder die anderen feuerfeste Stoffe wie Asbest, Schamotte, Kaolin, Quarz usw. sein können."

Die allgemeine Forderung der American Dental Association (1) lautet in der specification no. 2 for casting

investment for dental gold alloy, wie folgt :

"Dental casting investment shall be a powder composed essentially of a mixture of calcined gypsum and silica with or without the addition of other modifying agents, which, when mixed with water in proper ratio, applied to the dental wax pattern and heatet in the usual manner, will be found satisfactory for use in casting dental gold alloy restorations."

Diese Forderung ist in ihrer ersten Revision seit dem 1. April 1962 gültig und besagt in ihrer deutschen Übersetzung folgendes :

"Die zahnärztliche Einbettmasse soll ein Pulver sein, das sich in der Hauptsache aus einer Mischung von gebranntem Gips und Silikat, mit oder ohne Zusatz von anderen modifizierten Agentien, zusammensetzt.

Wenn dieses Pulver, in genauem Verhältnis mit Wasser gemischt, um eine zahnärztliche Wachsform gebracht und in der üblichen Weise erhitzt wird, so soll es der Bedingung genügen, zum Gusse von goldenem Zahnersatz verwendet zu werden."

Eine umfangreichere Definition der Einbettmassen gibt H e r i n g (17), indem er die Zusammensetzung der Einbettmassen in Hauptbestandteile und gewisse Zusätze aufteilt.

Als Hauptbestandteil gilt Gips als Bindemittel.

Quarz, Cristobalit und Tridymit werden als feuerfeste Bestandteile genannt.

Als Zusätze werden angegeben :

Borax zur Verzögerung der Abbindung,

Natriumsulfat zur Beschleunigung der Abbindung.

Solche Zusätze können bestimmte Eigenschaften der Einbettmassen beeinflussen.

Angeregt durch eine Anzeige der Zahnärztlichen Mitteilungen / 4 vom 16.2.1967 lag es nahe, einen neuartigen Zusatz zu untersuchen, der in der Anzeige wie folgt beschrieben wird :

"Schnelleinbettung durch Super Setting. Ermöglicht Goldgüsse in wenigen Minuten. Bedeutende Zeitersparnis. Jede Einbettmasse mit Zusatz von Super Setting behält ihre Eigenschaften, die gewohnte Technik wird beibehalten. Ein schnelleres und besseres Ergebnis wird erzielt."

Daraus ergab sich die Problemstellung, nämlich nachzuprüfen, inwieweit sich die Erstarrungszeit, die Kugeldruckhärte, die Druckfestigkeit und die Luftdurchlässigkeit der Einbettmassen bei Verwendung von Super Setting verändert.

Überblick über die Literatur

Im Jahre 1904 führte der Breslauer Zahnarzt Ollendorf die Technik des Gießens als neue Methode der Herstellung goldener Inlays in die Zahnheilkunde ein.

Seine neue Methode war der allgemeinen Gießerei der Industrie entnommen, wobei das geschmolzene Gold dank seiner eigenen Schwere in die Hohlform floß.

Damit war der Start für die zahnärztliche Gußtechnik gegeben.

Es blieb allerdings nicht lange bei dieser primitiven Art des Gießens, denn schon 1907 lenkte der Amerikaner W.A. Taggart (zit. nach Feinmann, 8) aus Chicago das Problem der Herstellung zahnärztlicher Goldarbeiten in grundlegend neue Bahnen.

Taggart's neue Methode, die er während eines Vortrages über das Thema : "A new and accurate method of making gold inlays" demonstrierte, war praktisch und einfach. Brauchte man bis dahin 3 - 4 Stunden zur Herstellung einer Goldeinlage und mußte dabei oft noch einen sogenannten Spezialisten bemühen, so konnte von nun an jeder gute Zahnarzt innerhalb 30 bis 40 Minuten das gleiche Objekt nach Taggart's neuer Methode selbst herstellen und die Qualität der so gegossenen goldenen Inlays war mit den früheren Arbeiten nicht zu vergleichen und denselben weit überlegen.

Das Neue an Taggart's Methode war kurz das Folgende : Wachs wurde in die Kavität geträufelt und modelliert. Dann wurde das Wachsmo-
dell mit einem Gußstift versehen und in eine Muffel eingebettet. Die Muffel wurde sodann erwärmt, das Wachs zum Schmelzen und Ausfließen gebracht. Die erkaltete oder nur noch schwach erwärmte Muffel

wurde dann an eine ebenfalls von Taggart erfundene Gußmaschine angeschlossen und das im Schmelztrichter der Muffel flüssig gemachte Metall durch den vom Gußstift vorgebildeten Kanal mit Hilfe von komprimiertem Lachgas (Stickoxydulgas) in die vorgebildete Form getrieben.

Der Druck des Stickoxydulgases wurde bis zur Erstarrung des Goldes beibehalten.

O, Solbrig, Platschick und Bert beschäftigten sich zu jener Zeit ebenfalls sehr intensiv mit dem Goldguß für zahnärztliche Arbeiten.

Taggart's Verdienst ist es jedoch, die Methode Ollendorfs mit seiner eigenen Idee des Gusses unter Druck sinnreich zu verbinden.

Die Einbettungsmasse, die Taggart verwendete, war ein Gemisch aus Gips und Quarzsand im Verhältnis 1 : 3.

Die Methode Taggart's war jedoch nicht sehr genau und wenn ein Gußstück sofort paßte, so war das ein Zufallserfolg.

Lane und P r i c e (29) kamen fast gleichzeitig zu dem Schluß, der Wärmeexpansion große Bedeutung zuzumessen.

Bei der Entwicklung der Einbettungsmasse jedoch stand man immer noch beim Gips - Sandgemisch, Verhältnis 2 : 1.

S o l b r i g (42) wählte damals eine Masse von 40 ccm Wasser, 100 gr Sand und 25 gr Gips, "welche keine Expansion zeige".

Julius B a c h (2) schreibt in seinem Handbuch der Zahnersatzkunde im Jahre 1918 schon recht ausführlich über Einbettungsmassen. Er bezeichnete sie als ein Ge-

misch aus Mineralien, wie Gips, Schlämmkreide, Talkum, feinsten Seesand, Ossa sepia.

"Feuerfestigkeit" und eine "gewisse Porosität" oder "besser Luftdurchlässigkeit" werden von Bach als Hauptanforderungen für eine gute Einbettungsmasse angegeben.

1922 beschreibt K l u g h a r d t (21) in seinem kurz gefaßten Lehrbuch die "sog. Einbettungsmassen" für Löt- und Gußzwecke.

Die Bestandteile waren : Gips mit Zusatz von Asbest, Talkum, Sepia, Bolus oder pulverisierte Kieselsäure und Schlämmkreide.

Auch gibt Klughardt einige Rezepte an, wie man Einbettungsmassen selbst herstellen kann.

Ferner verlangt er von einer guten Einbettungsmasse, daß sie bei Gluthitze "die Form bewahrt" und "nicht springt". Auch soll sie "porös sein", damit die in der Hohlform enthaltene Luft beim Einfließen des geschmolzenen Goldes leicht entweichen kann.

An der Universität von Breslau erscheint 1926 die Arbeit von F. J u n g (20) "Studien über Einbettungsmassen und ihren Einfluß auf die Oberflächengestaltung von Gußarbeiten". Jung bemängelt vor allem, daß die Oberflächen der gegossenen Objekte noch sehr rauh sind und nicht den Anforderungen entsprechen. Er schreibt : "Unsere Gußstücke zeigen immer noch eine recht raue Oberfläche, die der glatten Form der eingebetteten Wachsmodelle durchaus nicht entspricht."

Es wird auch hier eine Verbesserung der "als Einbettungsmassen gebrauchten Formmaterialien" angestrebt.

Festigkeit und Porosität werden ebenfalls mit Nachdruck gefordert.

Jung untersuchte sehr viele Materialien und schlug für die Herstellung von Einbettungsmassen bereits die Verwendung des Hohenbockaer Sandes vor und kommt zu dem Schluß : "Eine solche Formmasse könnte allen Anforderungen genügen und würde glattere Gußstücke liefern als alle bisher gebräuchlichen".

S c h o e n b e c k (36) empfahl 1931 zur Herstellung von zahnärztlichen Einbettungsmassen ebenfalls ein Gemisch aus Gips und Hohenbockaer Sand im Verhältnis 1 : 2.

In Amerika wurden bereits 1929 von T a y l o r , P a f f e n b a r g e r und S w e e n e y (45) konkrete Untersuchungen über die Erstarrungszeit, Druckfestigkeit und andere Eigenschaften von Einbettungsmassen angestellt und am 24. Juli 1930 erschien bereits die "Specification no. 2 for dental inlay casting investment", in welcher genaue Richtlinien für Qualität und Eigenschaft von Einbettungsmassen gefordert werden.

1932 und 1933 erschienen die "Beiträge zur Materialkunde" von H.P. G e r l a c h (12, 14), in denen auch die sogenannten "Zusätze" zur Sprache gebracht werden, wie z.B. Borax zur Verlängerung der Abbindezeit der Einbettungsmassen.

Ebenfalls 1933 erschienen die Arbeiten von L. S c h u b e r t (38) "Über Materialien", in denen besonders über die "physikalischen Eigenschaften der Einbettungsmassen" berichtet wird.

1949 versucht Z a j o n c z k o w s k i (49) die Gesetzmäßigkeiten der Gasdurchlässigkeit von zahn-

ärztlichen Einbettmassen zu finden.

Alle Einbettmassen bestehen aus dem die Form und Festigkeit gebenden Bindemittel und aus den Füllstoffen, die für die übrigen Eigenschaften der Einbettungsmassen maßgebend sind. Zajonczkowski meint, daß die Porosität unter der Einwirkung der Hitze auf die Einbettmassen abnehmen würde, da Teile der Einbettmassen beim Glühen sintern oder schmelzen und somit verbacken und damit die Porosität, die ja zur Luftdurchlässigkeit unbedingt erforderlich ist, aufheben.

Es wurde in dieser Arbeit festgestellt, daß

1. die durchströmende Luftmenge proportional dem Druck ist und linear mit diesem ansteigt,
2. die durchströmende Gasmenge umgekehrt proportional der Schichtdicke ist und umsomehr steigt, je mehr dieselbe abnimmt,
3. die durchströmende Gasmenge direkt proportional dem durchströmten Flächenquerschnitt ist.

Daraus ergibt sich die Nutzenanwendung, wie Zajonczkowski meint, daß

1. der beim Guß angewandte Druck so groß ist, daß er die kleine Luftmenge, die in der Hohlform vorhanden ist, spielend aus derselben zu vertreiben vermag,
2. daß die Schichtdicke der Einbettmasse möglichst 1 cm nicht überschreiten soll,
3. daß besondere Luftabzugskanäle überflüssig erscheinen.

Es scheint, daß diesem Kriterium der Luftdurchlässigkeitsmessungen der Einbettungsmassen bis jetzt sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, da Zajonczkowski angibt, er habe trotz sorgfältiger Sichtung der einschlägigen Literatur keinerlei weitere Veröffentlichungen gefunden.

K y s e l o v á, K y s e l a und M a r e š (23)
geben allerdings einen Hinweis im Jahre 1959, daß bei

ihren Versuchen über den "Einfluß der Gußapparate auf das Vorkommen der Defekte in Dentalgüssen" durch das Standardmuster aus Einbettmasse, die für Luft gut durchlässig war, Mischungsverhältnis Pulver / Wasser = 100 : 30 bei einem Druck von $10 \text{ lb/inch}^2 = 107,1 \text{ cm}^3/\text{min}$. Luft durchgeströmt seien.

Bei einem dichteren Mischungsverhältnis Pulver / Wasser = 100 : 40 passierte $47,9 \text{ cm}^3/\text{min}$. den Standardkörper, der die Form eines Kegelstumpfes hatte, 2,5 cm hoch war und parallele Basen vom Durchmesser 2,5 und 3 cm hatte. Nähere Angaben wurden auch dabei nicht gemacht.

Die Ausdehnungsarten der Einbettmassen sind ebenso eine Voraussetzung zur Erzielung des zahnärztlichen Präzisionsgusses, ebenso die Abbindeexpansion als auch die hygroskopische Expansion nach S c h e u (34).

Diese Ausdehnungsarten sind ausführlich in der Literatur beschrieben, so daß hier auf die Arbeiten von B e e k (3), B o n s a c k (5), D r e y e r (6), E n d e l l und H o f f m a n n (7), F a l c k (9), G e r l a c h (15), G e h r e (10, 11), H e r i n g (17), H a n (16), H ö f e r (18), K n a p p w o s t (22), O e s c h g e r (25), O e t t i n g e r (26), R e h b e r g (32), S c h u b e r t (38, 39), T a e g e (44), W e i k a r t (48) und viele andere verwiesen werden kann, zumal diese Ausdehnungsarten mit dem Thema der hier vorliegenden Arbeit nur indirekt verbunden sind.

Bestandteile der Einbettmassen und deren Eigenschaften

Die Einbettmasse dient also der Herstellung von Inlays, Kronen und Brücken und zum Zusammenhalten von Metall -

teilen, die aneinandergelötet werden sollen (Oeschger). Einbettmasse selbst setzt sich zusammen aus Pulver und Flüssigkeit (Wasser).

Beim Pulver unterscheidet man :

1. die trägen, inerten Bestandteile der Einbettungsmasse (feuerfeste Substanzen),
2. den aktiven Teil oder das Bindemittel (Gips), der mit der Flüssigkeit (Wasser) in einem chemischen Prozeß reagiert, wobei das neu entstandene Element die trägen, inerten Bestandteile der Einbettungsmasse beim Abbinden bzw. Erhärten zusammenkittet,
3. geringe Zusatzstoffe.

1. Feuerfeste Substanzen

Dem Quarz und Cristobalit, welches heute die wichtigsten feuerfesten Anteile der modernen Einbettungsmassen sind, gingen früher eine ganze Anzahl anderer Werkstoffe voraus, wie z.B.

Talk, Tonerde, Kreide, Seifenstein, Asche, Marmorstaub, Asbest, Bimstein, gebrannte Schamotte, Sand von verschiedenen Zusammensetzungen.

Diese Stoffe wurden im Laufe der Jahre als ungeeignet erkannt.

Heute verwendet man als feuerfeste Substanzen der Einbettungsmassen die drei Modifikationen der Kieselerde : Quarz, Tridymit und Cristobalit, welche auch als Träger der thermischen Expansion fungieren.

Als Kieselerde bezeichnet man das Siliciumdioxid (SiO_2). Dieser polymorphe Stoff läßt sich in verschiedene Kristallsysteme einteilen.

Die neben dem Quarz vorkommenden Kristallformen Tridymit

und Cristobalit wurden von G. vom Rath 1868 - 84 erkannt und von ihm nach tridymos = dreifältig entsprechend der kristallinen Wachstumsform und nach dem Fundorte Cerro de san Cristobal in Mexiko benannt.

Wir unterscheiden :

- a) 2 Quarze = α und β Quarze
- b) 3 Tridymite = α, β und γ Tridymit
- c) 2 Cristobalite = α und β Cristobalit

2. Gips und 3. geringe Zusatzstoffe

Als Ausgangspunkt des in der zahnärztlichen Technik verwendeten, fabrikatorisch gewonnenen, abbindefähigen Stuckgipses dient der in der Natur vorkommende Gipsspat. Dieser besteht aus Calciumsulfat und findet sich schon in der Natur in 2 Modifikationen, dem Dihydrat und dem Anhydrit.

Das häufigere Dihydrat = $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ besitzt eine geringe Wasserlöslichkeit. Unterwirft man das Dihydrat einem Brennprozeß, indem man $3/4$ des Kristallwassers bei ca. 107°C austreibt, so erhält man das Hemihydrat $\text{CaSO}_4 + 1/2 \text{H}_2\text{O}$.

Das Hemihydrat, im Handel als Modell- oder Stuckgips bezeichnet, besitzt die Fähigkeit, durch Aufnahme von Wasser die Kristallstruktur des Dihydrats zurückzugewinnen. Durch diese als Abbindeprozeß bezeichnete Fähigkeit des Gipses, in eine starre Form überzugehen, wird uns dieser besonders wertvoll.

Über die neueren Untersuchungen des Gipses hat D. B. M a h l e r (24) berichtet. Der gewöhnliche Gips und die sogenannten Hartgipse werden besonders berücksichtigt.

Über die Abbindungstheorie des Gipses ist man sich jedoch immer noch nicht einig, obwohl schon bald 200 Jahre über dieses Problem gearbeitet wird.

Volumenveränderungen als Folge der Abbindung des Gipses wurden ebenfalls untersucht. Infolge dieser Kontraktion des Gipses wird die Entstehung der Porosität in der abbindenden Masse erklärt.

1906 berichtete P o r t (28) "über Gips" und erwähnte Salze als positive Katalysatoren zur Verkürzung der Abbindezeit des Gipses.

Auch erwähnt er das Kalium sulfuricum, das ebenfalls zur Beschleunigung der Abbindezeit häufig Verwendung fände.

Port weist darauf hin, daß ein allzu rasches Abbinden für die Bedürfnisse des Zahnarztes unzweckmäßig sei.

B e n n s t e i n (4) hat 1919 als Maßstab für die Abbindezeit des Gipses die maximal bei der Abbindung auftretende Temperatur gemessen.

Eingehend hat sich R o h l a n d (zit.nach Sterzel, 43) mit den positiven und negativen Reaktionsvermittlern befaßt, ebenso wie S c h o e n b e c k (35) im Jahre 1920.

Ausführliche Tabellen über positive und negative Katalysatoren, sowie Tabellen über das Verhalten der Abbindezeit des Gipses gegenüber diesen Katalysatoren gibt S t e r z e l (43) im Jahre 1923.

Im Jahre 1928 wurden durch C o l e m a n (zit. nach Gerlach, 13) einige Druckprüfungen veröffentlicht, die an Gips und Gips - Quarzgemischen im Verhältnis 1 : 2

bei steigender Erhitzung vorgenommen wurden. Allgemein läßt sich über diese Untersuchungen sagen, daß die Druckfestigkeit mit der Erhitzung abnahm. Interessant ist die Feststellung, daß die Druckfestigkeit von Gips, aber auch von Einbettungsmasse stets dann sinkt, wenn die Bestandteile expandieren, wodurch offenbar der Zusammenhalt der Masseteilchen gestört wird.

L. S c h u b e r t (37) weist 1931 darauf hin, daß die I.G. Farbenindustrie - Leverkusen einen neuen Hartgips auf den Markt bringen wird, genannt "Moldano". Es wurden von Schubert einige Gipse zu Härteprüfungen herangezogen, wobei der neue Moldano am besten abschnitt.

Auch W a n n e n m a c h e r (46) hat sich mit den Auswirkungen der Katalysatoren, wie Salze und Säuren, auf die Abbindezeit beschäftigt.

S c h a l o w und E m r i c h (33) haben besonders die Bruchfestigkeit des Gipses untersucht.

Die physikalisch - chemischen Eigenschaften des Gipses untersuchte W e i k a r t (47) im Jahre 1938, wobei er die Brinellhärten von einigen Gipssorten festhielt.

In jüngerer Zeit haben sich besonders I l g (19), R e h b e r g (30), R e h b e r g und B e c h e r e r (31), P l i s c h k a (27), W. S c h u b e r t (40), S c h w i n d l i n g und G e n i e s e r (41) mit der Härte des Gipses beschäftigt.

H ö f e r (18) erwähnt zusammenfassend die heute gebräuchlichsten positiven und negativen Katalysatoren, die

zur Beeinflussung der Abbindegeschwindigkeit der Einbettungsmassen oft Verwendung finden.

Beschleuniger : Zinksulfat (ZnSO_4), Natriumsulfat (Na_2SO_4), Ammoniumchlorid (NH_4Cl), Kaliumnitrat (KNO_3)

Verzögerer : Borsäure (H_3BO_3), Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10 \text{H}_2\text{O}$).

Da ein negativer Einfluß laut Gerlach (14) durch fast alle diese Katalysatoren, besonders aber durch die Beschleuniger, auf die thermischen Volumenveränderungen der Einbettungsmassen festgestellt wurde, so dürfte der Grund wohl weniger bei einer Beeinträchtigung des Expansionsbestrebens des Quarzes zu suchen sein, sondern eher bei einer Erhöhung der Kontraktion des Gipses liegen.

Zusammengefaßt ergibt sich als Resultat der Gerlach'schen Untersuchungen, daß Beschleuniger - Substanzen in jedem Falle unangebracht sind, da sie das thermische Volumenverhalten der Einbettmassen weitgehendst im ungünstigen Sinne beeinflussen.

Versuchsmaterialien

- a) Das Schnelleinbettmittel S u p e r S e t t i n g wurde in Verbindung mit 6 der gebräuchlichsten Einbettmassen deutscher und ausländischer Herkunft untersucht. Verglichen wurden die nur mit normalem dest. Wasser versetzten Einbettmassen mit den Einbettmassen, die mit Super Setting versetzt wurden und die daraus resultierenden Veränderungen der Abbindezeit, der Kugeldruckhärte, der Druckfestigkeit und der Luftdurchlässigkeit der Einbettmassen.

Analyse von Super Setting

Qualitativ : Nur Na^+ und SO_4^{--} neben Spuren von SiO_2 nachweisbar.

Quantitativ: Trockengehalt : 16,3 % (der Lösung)
 Veraschbare, organische Substanzen: 0,1 %
 SO_4 - Gehalt : 10,4 %
 Na - Gehalt : 5,4 %
 SiO_2 - Gehalt : nicht wägbare.

- b) Die zu den Versuchen herangezogenen Einbettmassen sind:

				Mischungsver-
				hältnis
				Pulver : Wasser
1. Duroterm	(Bayer)	Deutsch	145	: 50
2. Kompens	(Dentaurum)	Deutsch	100	: 36
3. Bayer 6519	(Bayer)	Deutsch	100	: 34
4. E 316	(Dentaurum)	Deutsch	90	: 30
5. Cristobalite	(Kerr)	USA	100	: 38
6. Gray	(Ransom & Randolph)	USA	120	: 33

Methodik zur Herstellung der Prüfkörper

Die mit den oben genannten 6 verschiedenen Einbettmassen herzustellenden Prüfkörper werden in 2 verschiedenen Zuständen zu den Versuchen herangezogen.

1. im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand
2. nach dem erhitzten, geglühten Zustand

Ausnahmen sind :

a) Vicat - Nadel - Versuch

Die Prüfkörper werden nur im nicht erhitzten, ungeglühten, nassen Zustand zu den Versuchen herangezogen.

b) Luftdurchlässigkeitsversuch

Die Prüfkörper werden nur nach dem erhitzten, geglühten Zustand zu den Versuchen verwendet, da die Luftdurchlässigkeit der Einbettmasse nur in diesem Zustand einen gewissen Einfluß auf den Gußvorgang hat.

Die oben genannten beiden Versuchsreihen werden durchgeführt, indem die Einbettmassen für jede Reihe folgendermaßen angerührt werden :

1. nur mit destilliertem Wasser,
2. mit Super - Setting - Lösung im Verhältnis 1800 cm^3 dest. Wasser zu 200 cm^3 der konzentrierten, handelsüblichen Lösung von Super - Setting.

Nach den Vorschlägen der "American Dental Association (1) specification no. 2 for casting investment for dental gold alloy" wird das Anrühren folgendermaßen durchgeführt:

1. The powder shall be added to the water in a suitable mixing bowl and immediately hand spatulated for 20 seconds. The time of initial contact of powder with water shall be considered the start of mix.
2. After hand spatulation (1), mixes shall be spatulated mechanically by 100 turns of a stiff blade in approximately 15 seconds.

Übersetzung :

1. Das Pulver soll dem Wasser in einem geeigneten Mischgefäß zugefügt werden und mit der Hand sofort für 20 Sekunden gerührt werden. Die Zeit der ersten Berührung des Pulvers mit dem Wasser soll als der Beginn des Mischens betrachtet werden.
2. Nach dem Rühren mit der Hand (1), soll die Mischung mechanisch gerührt werden mit 100 Umdrehungen eines feststehenden Flügelblattes, etwa 15 Sekunden lang.



Abbildung 1

Anrührgerät nach Kerr

Herstellung der Prüfkörper
im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand

Die zur Prüfung herangezogene Einbettmasse wird genau-
 tens nach den Angaben des Herstellers in Bezug auf das
 Pulver / Wasser - Mischungsverhältnis angerührt.
 Die Raumtemperatur soll etwa $20 \pm 2^{\circ} \text{C}$ betragen.
 Das Einbettmassenpulver wird mit einer Waage abgewogen.
 Das abgewogene Pulver wird in ein Hartgummi - Anrühr -
 gefäß gebracht und die vorgeschriebene, ebenfalls ab-
 gemessene Menge destilliertes Wasser oder die entsprechen-
 de Menge dest. Wasser und Super Setting hinzugegeben.
 Das Gemisch wird für 20 Sekunden mit Hilfe eines Spatels
 mit der Hand gerührt und dann das mechanische Anrühr-
 gerät (Abbildung 1) auf das Hartgummi - Anrührgefäß
 aufgesetzt und der Einbettmassenbrei nochmals mit etwa
 100 Umdrehungen des Flügelblattes in ungefähr 15 Sekun-
 den kräftig gemischt.

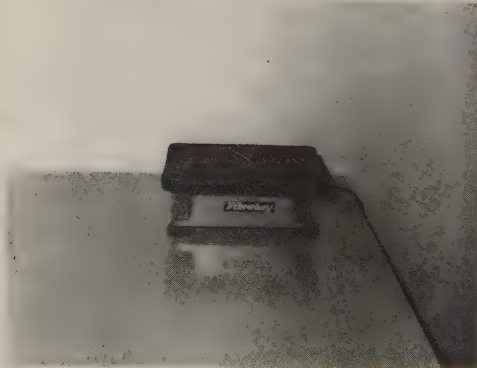


Abbildung 2

Rüttelgerät

In die auf Glasplatten stehenden Formen wird der soeben angerührte Einbettungsmassenbrei eingebracht und die gefüllten Formen auf ein Rüttelgerät gebracht (Abbildung 2) und leicht gerüttelt. Nachdem keine aufsteigenden Luftblasen zu beobachten sind, wird die Form an der Oberseite mit einer zweiten Glasplatte bündig abgestrichen. Nach Erstarren des Einbettmassenbreies können die Versuche, welche im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand der Einbettmassen durchgeführt werden sollen, beginnen.

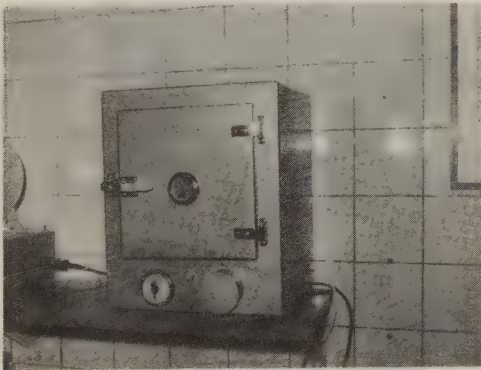


Abbildung 3

Trockenschrank

Herstellung der Prüfkörper
im erhitzten, geglühten Zustand

Bis zum Erhitzen der Prüfkörper ist der Herstellungsvor-

gang der Prüfkörper der gleiche, wie im vorhergehenden Kapitel zur Herstellung der Prüfkörper im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand beschrieben wird.

Der in den Metallformen erstarrte und abgebundene Einbettmassenblock wird mit Hilfe eines Trockenschrankes (Abbildung 3) auf 250° bis 300° C erwärmt, bis kein Wasserdampf mehr aus den Prüfkörpern entweicht.



Abbildung 4

Vorwärmeofen

Es muß darauf geachtet werden, daß die Erwärmung der Prüfkörper nicht allzu schnell erfolgt, um Beschädigung durch Risse oder Sprünge der Einbettmasse zu vermeiden.

Unvollständig ausgetrocknete Probekörper können beim Einlegen in den auf 650°C erhitzten Vorwärmeofen (Abb. 4) durch den Druck der plötzlich entstehenden Dämpfe gesprengt werden oder Risse und Sprünge können leicht entstehen, die ein einwandfreies Ausführen der mit den Prüfkörpern durchzuführenden Versuche nicht gewährleisten.

Die Probekörper waren nach 45 Minuten genügend ausgetrocknet, so daß sie nun in den auf 650°C erhitzten Vorwärmeofen (Abbildung 4) gebracht werden konnten. Die Probekörper verblieben für 30 Minuten in dem Vorwärmeofen, der auf 650°C fest eingestellt war.

Zur langsamen Abkühlung wurden darauf die Probekörper aus dem Vorwärmeofen entfernt.

Nach erfolgter Abkühlung wurden mit den so gewonnenen Probekörpern die entsprechenden Versuche durchgeführt.

Bestimmung der Erstarrungszeit

Die Versuche zur Ermittlung der Erstarrungszeit werden mit Hilfe des Nadelgerätes nach V i c a t DIN 1164, § 1o durchgeführt.

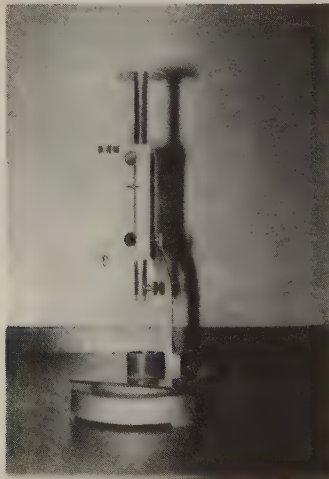


Abbildung 5

Nadelgerät nach V i c a t

Zur Bestimmung der Erstarrungszeit wird die nach den Vorschriften des Herstellers unter Verwendung der angegebenen Werte des Pulver - Wasser - Gemisches angerührte Einbettmasse in einen zylindrischen, auf einer Glasplatte stehenden Hartgummiring mit dem Durchmesser von 25 mm

und mit der Höhe von 25 mm eingebracht.

Die Abmessungen des Hartgummiringes sind in der American Dental Association specification no. 2 for casting investment for dental gold alloy, im Abschnitt - Time of setting -, Absatz 4. 3. 4. angegeben.

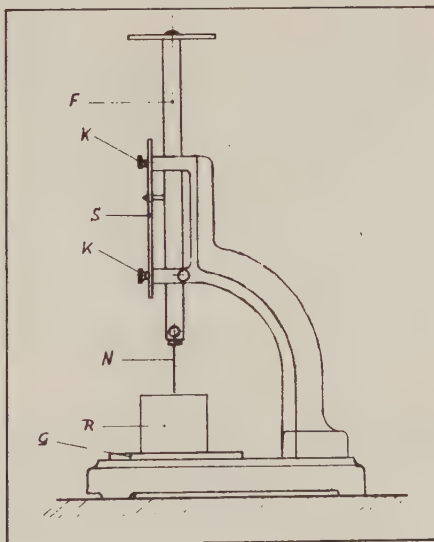


Abbildung 6

Umrisszeichnung des Nadelgerätes nach V i c a t

- F - Führungsstange
- K - Kordelschrauben
- S - Skala
- N - Nadel
- R - Hartgummiring
- G - Glasplatte

Ausführung der Versuche

(Versuchsgerät Abb. 5 u. 6)

Vor dem Einbringen der Glasplatte (G) mit dem gefüllten Hartgummiring (R) wird das Gerät richtig eingestellt. Die Nadel (N) vom Durchmesser 1,33 mm wird in das Gerät eingesetzt und auf die später im Versuch zu verwendende Glasplatte (G) gesenkt. Mittels der beiden Kordelschrauben (K) wird die Skala (S) des Nadelgerätes auf die untere Nullmarke eingestellt, sobald die Nadel auf der Glasplatte steht. Es können dann beim Versuch auf der linken Seite der Skala die Größe der Entfernung zwischen Glasplatte und Nadelunterkante abgelesen werden. An der rechten Seite der Skala kann abgelesen werden, wie tief, von der Oberkante des Hartgummirings gerechnet, die Nadel eingedrungen ist.

Das Gewicht der Nadel (N) zusammen mit der Führungsstange (F) beträgt stets = 300 Gramm.

Zur Feststellung des Beginns der Erstarrung wird nun die stets trocken zu haltende Nadel auf die Oberfläche des sich in dem zylindrischen Hartgummiring befindenden, leicht eingerüttelten und bündig abgestrichenen Einbettungsmassenbreies gesenkt und losgelassen. Die Nadel soll möglichst in der Mitte der in das Nadelgerät eingebrachten Probe stehen.

Bleibt die Nadel etwa 3 bis 5 mm über der Glasplatte im Einbettungsmassenbrei stecken, so ist der Beginn der Erstarrung erreicht.

Zur Ermittlung des Endes der Erstarrungszeit wird der zylindrische Hartgummiring mit der sich darin befindenden

Einbettungsmasse von der Glasplatte abgezogen, der Hartgummiring mit der Einbettungsmasse herumgedreht und wieder auf die Glasplatte aufgesetzt, so daß die Unterseite der Probe nach oben zeigt.

Das Erstarren gilt als beendet, wenn die Nadel noch höchstens 1 mm tief in den Einbettungsmassenbrei einzudringen vermag.

Die Nadel wird vor jedem Eindringen gereinigt und getrocknet.

Bestimmung der Kugeldruckhärte

Die Versuche zur Bestimmung der Kugeldruckhärte werden mit Hilfe des K u g e l d r u c k - H ä r t e p r ü f e r s " Z 426 " der Herstellerfirma Zwick und Co. durchgeführt.

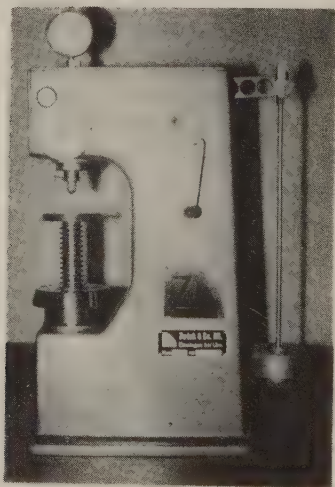


Abbildung 7

Kugeldruck - Härteprüfer " Z 426 "

Die Härteprüfung der Einbettmassen erfolgte nach
DIN - Vorschrift 1168.

Die Eigentümlichkeit mancher Materialien läßt jedoch

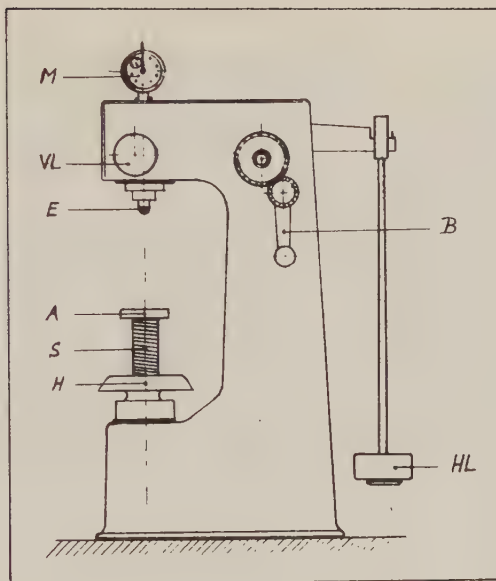


Abbildung 8

Umrisszeichnung
des Kugeldruck - Härteprüfers " Z 426 "

- | | |
|----|-------------------|
| M | - Messuhr |
| VL | - Vorlast |
| E | - Eindringkörper |
| A | - Auflagetisch |
| S | - Spindel |
| H | - Handrad |
| B | - Belastungshebel |
| HL | - Hauptlast |

eine Auswertung der bleibenden Eindrücke wegen der elastischen Rückverformung nicht zu, weshalb die Ablesung der Eindrucktiefe unter Last erfolgt. Bei diesen Ablesungen unter Last ist die Deformation des Prüfgerätes in Abzug zu bringen

Die Deformation des in den Versuchen zur Verfügung stehenden Prüfgerätes wird nach Angaben des Herstellers wie folgt angegeben : bei 50 kg Last = ca. 0,04 mm.

Da in diesem Versuch jedoch Einbettmassen, also Materialien, die stark gipshaltig sind, verwendet werden und somit keine nennenswerte elastische Verformung zeigen, so erfolgt die Ablesung der Meßwerte n a c h Entlastung und nur unter Einwirkung der Vorlast.

Als Hauptlast werden bei allen Versuchen zur Bestimmung der Kugeldruckhärte 10 kg verwendet, da die Vorversuche, die mit höheren Lasten durchgeführt wurden, an der Sprödeheit der ausgeglühten Einbettmassen scheiterten.

Bei einer Hauptlast von nur 10 kg ist außerdem, nach den Angaben des Herstellers des Gerätes, die Deformation des Prüfgerätes so minimal, daß eine Berücksichtigung derselben bei der Ablesung der Meßwerte vernachlässigt werden kann.

Die Hk 10 (10 kg Belastung) wurde nach der Formel

$$H = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot h} \quad \text{errechnet.}$$

Durchführung der Versuche

(Versuchsgerät Abb. 7 u. 8)

Der zu untersuchende Prüfkörper wird auf den Auflage-
tisch (A) der Spindel (S) gelegt. Mit dem Hand-
rad (H) wird der Prüfkörper dann langsam gegen den
Eindringkörper (E) hochgefahren.

Als Eindringkörper wird bei allen Versuchen zur Bestim-
mung der Kugeldruckhärte ein Kugelstempel von 10 mm
Durchmesser verwendet.

Der Eindringkörper hebt sich und der Meßuhrzeiger (M)
beginnt zu wandern. Es wird so lange langsam weiterge-
dreht, bis der große und der kleine Meßuhrzeiger auf
der Markierung " Null " stehen.

Alle Prüfbedingungen beziehen sich auf die Vorlast (VL)
von 1 kg, die Hauptlast (HL) von 10 kg und die Ab-
lesung in 0,01 mm.

Nach spätestens 10 Sekunden soll die Hauptlast aufge-
bracht werden. Dies geschieht, indem der Belastungs-
hebel (B) langsam entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht
wird, bis die Hauptlast (HL) frei auf dem Prüfkörper
aufliegt.

Nach 30 Sekunden Belastungsdauer wird der Prüfkörper
entlastet und an der Meßuhr die Eindringtiefe abge-
lesen.

Form und Herstellung der Prüfkörper zur Bestimmung der Kugeldruckhärte

Die zu prüfenden Einbettmassen werden genau nach den in

dem Kapitel - Methodik zur Herstellung der Prüfkörper - angegebenen Richtlinien angerührt und die Prüfkörper danach hergestellt.

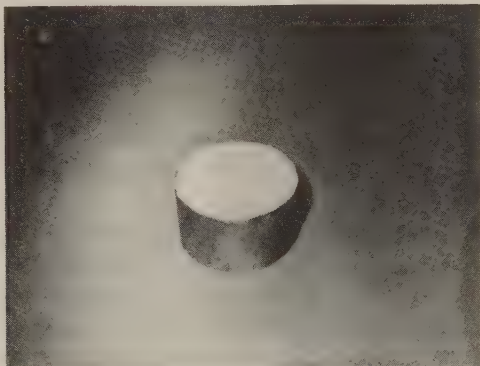


Abbildung 9

Prüfkörper
zur Bestimmung der Kugeldruckhärte

In einen auf einer Glasplatte stehenden, gedrehten Messingring (Abbildung 9) von der Wandstärke 2 mm, der Höhe von 30 mm und des Durchmessers von 50 mm wird der angerührte Einbettmassenbrei eingebracht und leicht eingerüttelt. Der Überschuß des Breies wird an der Oberseite der Form entfernt und der Einbettmassenbrei mit einer zweiten Glasplatte bündig glattgestrichen. Nach 30 Minuten wird die nun in der Form erhärtete und

abgebundene Masse in den Kugeldruckhärteprüfer eingebracht und die Messungen wie oben beschrieben durchgeführt.

Es werden 10 Messungen auf einer Seite des Prüfkörpers durchgeführt.

Nach erfolgten Messungen im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand wird der Prüfkörper für 30 Minuten in einen Trockenofen (Abb. 3) gebracht und auf 250°C erhitzt und darauf in einem Vorwärmeofen bei 650°C ausgeglüht. Der Probekörper bleibt 45 Minuten im Vorwärmeofen. Nach Abkühlung dieser nun ausgeglühten Probekörper werden die oben beschriebenen Messungen wiederholt. Es werden ebenfalls 10 Messungen pro Prüfkörper durchgeführt, jedoch auf der noch freien, nicht benutzten Fläche.

Bestimmung der Druckfestigkeit

Die Versuche zur Bestimmung der Druckfestigkeit werden mit Hilfe der B i e g e p r ü f m a s c h i n e " Z 425 " der Herstellerfirma Zwick und Co., Modell 2201, Nr. 30573 / 1966 durchgeführt. Dieses Gerät wurde für die folgenden Versuche zur Bestimmung der Druckfestigkeit mit den dazu vorgesehenen auswechselbaren Druckstempeln ausgestattet. (Abb. 10)

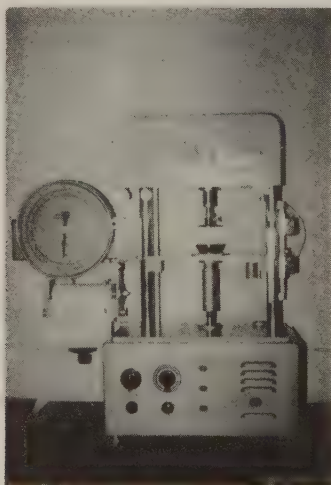


Abbildung 10

Biegeprüfmaschine " Z 425 "

Die oben abgebildete Apparatur, die sich im Besitz der

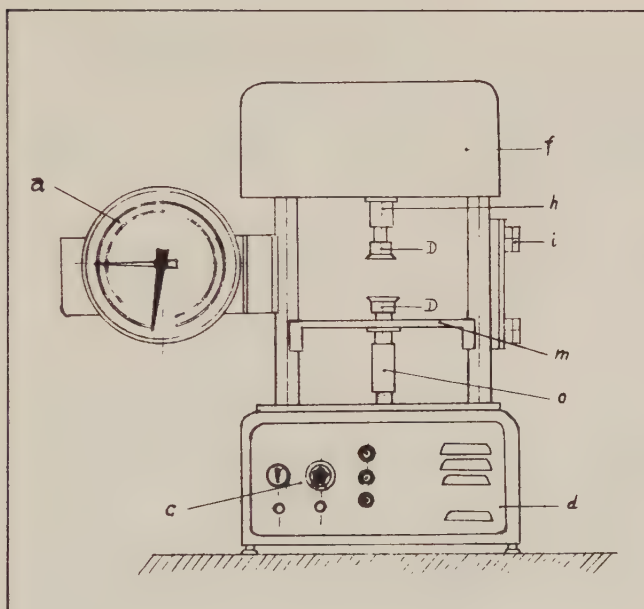


Abbildung 11

Umrisszeichnung
der Biegeprüfmaschine " Z 425 "

- a - Prüfkraftanzeigegerät
- c - Elektrische Ausrüstung
- f - Oberteil
- h - Druckstempelaufnahme
- D - Druckstempel
- i - Endschalter
- m - Traverse mit Druckstempelaufnahme
- o - Gewindespindel
- d - Grundkasten

Technischen Hochschule der Stadt Darmstadt befindet, wurde uns für die Zeit der Durchführung der Versuche freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Beschreibung des Gerätes

(Abbildung 10 und 11)

1. Grundkasten (d)

Im Grundkasten (d) befindet sich der Antrieb der Gewindespindel (o) sowie die elektrische Ausrüstung (c). Die elektrische Ausrüstung besteht aus dem Hauptschalter, einem Drehknopf für das stufenlose Einstellen der Prüfungsgeschwindigkeit, ferner 3 Druckknöpfen für "Auf" und "Ab" - Bewegung und "Halt" des Biegetisches.

(Der Biegetisch wird in der weiteren Beschreibung des Gerätes, nach Umbau der Biegemaschine und Austausch des Biegetisches gegen Druckplatten, als Traverse (m) bezeichnet).

2. Hauptsäulen mit Traverse (m)

Auf dem Grundkasten befinden sich 2 Säulen, zwischen denen eine Traverse (m) geführt wird.

Die auf der Gewindespindel (o) ruhende Traverse trägt die gegen den Biegetisch ausgewechselten Druckplatten mit der aufsitzenden Druckstempelaufnahme (m), sowie den unteren Druckstempel (D).

Die Bewegung der Gewindespindel erfolgt über den in Abschnitt 1. angeführten Antrieb.

3. Oberteil (f)

Das auf den beiden Säulen ruhende Oberteil (f) besteht aus einem Querträger, in welchem die obere Druckstempelaufnahme (h) gelagert ist und den oberen Druckstempel (D) aufnimmt.

Eine Neigungswaage mit Pendel (in der Umrisszeichnung der Abbildung 11 nicht eingezeichnet) dient zur Anzeige der Prüfkraft am Prüfkraftanzeigegerät (a).

4. Prüfkraftanzeigegerät (a)

Es dient zur Anzeige der beim Versuch jeweils erreichten Prüfkraft. Das Anzeigegerät ist an der linken Hauptsäule angebracht. Ein unter der Glasdeckplatte des Zifferblattes angebrachter Schleppzeiger ermöglicht das Ablesen der Prüfkraft nach Ende des Prüfungsvorganges.

Die Ablesung des Anzeigegerätes erfolgt in kg.

Durchführung des Versuches

zur Bestimmung der Druckfestigkeit

Nach Festlegung des Auflageabstandes wird der Prüfkörper mittig auf den unteren Druckstempel aufgelegt.

Die Prüfungsgeschwindigkeit wird am Drehknopf der elektrischen Ausrüstung (c) vorgewählt und eingestellt, so daß sie während des Versuches konstant bleibt.

Durch Druck auf den Druckknopfschalter "Auf" der elektrischen Ausrüstung (c) beginnt der Prüfungsvorgang.

Beim Zersplittern des Prüfkörpers endet der Prüfvorgang und der Endschalter (i) schaltet die Aufwärtsbewegung der Traverse (m) automatisch ab.

Die Prüfgeschwindigkeit ist in der - American Dental Association specification no. 2 for casting investment for dental gold alloy - im Abschnitt - Compressive strength - , Absatz 4. 3. 5. mit 142 kg / min festgelegt. (1)

Formen und Herstellung der Prüfkörper zur Bestimmung der Druckfestigkeit

Compressive strength shall be determined on five cylindrical specimens, 25,4 to 33,0 mm in diameter and 50,8 mm high.

The vessel containing the mix shall be moved back and forth over a cylindrical mold placed on a glass plate and the mold shall be vibrated while pouring. (Split molds shall be used to permit removal of the set specimens). The specimen shall be worked slightly to remove airbubbles, and a second glass plate shall be placed on top of the overfilled mold and pressed flush with the mold end.

Diese oben ausgeführten Vorschläge der - American Dental Association specification no. 2 for casting investment for dental gold alloy - dienen wiederum im Absatz 4. 3. 5. - Compressive strength - zur Herstellung der Prüfkörper zur Bestimmung der Druckfestigkeit. (1)

Übersetzung :

Die Druckfestigkeit soll mit fünf zylindrischen Prüfkör-

pern vom Durchmesser zwischen 25,4 und 33,0 mm und der Höhe von 50,8 mm bestimmt werden.

Das die Mischung enthaltende Mischgefäß soll beim Ausgießen über der zylindrischen Form hin und her bewegt werden.

Die Form soll auf einer Glasplatte stehen und ebenfalls während des Ausgießens leicht gerüttelt werden.

(Es sollen geteilte Formen verwendet werden, um das Entfernen der Prüfkörper aus den Formen zu ermöglichen).

Um Lufteinschlüsse zu entfernen, soll der Prüfkörper leicht gerüttelt werden.

Eine zweite Glasplatte soll auf das obere Ende der überfüllten Form gelegt und mit der Oberfläche der Form eben gepresst werden.

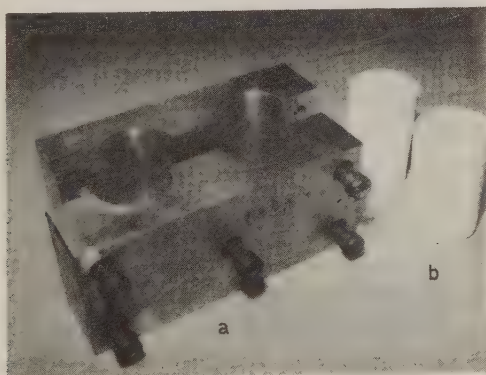


Abbildung 12

Form und Prüfkörper
zur Bestimmung der Druckfestigkeit
(im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand)

- a - Doppelform aus Metall mit Führung u. Verschraubung
- b - Prüfkörper

Form und Herstellung der Prüfkörper im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand

Die Prüfkörper zur Messung der Druckfestigkeit im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand werden mit Hilfe einer Metallform (Abbildung 12) hergestellt, bestehend aus einem Metallblock mit zwei Hohlformen von der Höhe 50,8 mm und dem Durchmesser von 30 mm.

Die Form ist ebenfalls geteilt. Zwei Führungsstifte aus Stahl ermöglichen ein genaues Zusammenstecken der beiden Formenhälften, die dann durch 5 Imbusschrauben fest verschraubt werden.

Nach der Verschraubung der Form werden die beiden Hohlformen leicht mit Vaseline eingefettet und auf eine Glasplatte gestellt.

Der genau nach den Richtlinien der American Dental Association und den Vorschriften des Herstellers der Einbettmassen angerührte Brei wird nun in die beiden Hohlformen eingebracht und dabei leicht gerüttelt. Nachdem keine aufsteigenden Luftblasen mehr zu sehen sind, wird die etwas überfüllte Form mit einer zweiten Glasplatte abgedeckt und der überschüssige Einbettmassenbrei mit der Oberfläche der Metallform eben gepreßt.

Nach Erstarren und Abbinden der Einbettmasse wird die Form geöffnet und die so entstandenen zylindrischen Prüfkörper herausgenommen und zu den Versuchen zur Bestimmung der Druckfestigkeit im nicht erhitzten, ungeglühten Zustand verwendet.

Form und Herstellung der Prüfkörper im erhitzten, geglühten Zustand

Die beim folgenden Versuch zur Bestimmung der Druckfestig-

keit benutzten Einbettmassen werden auf die gleiche Weise angerührt wie gerade im vorhergehenden Abschnitt beschrieben.

Die Formen jedoch sind verschieden. Ein Messingrohr wird auf der Werkbank mittig geteilt und die beiden Hälften auf einen Durchmesser von 30 mm ausgedreht. Die von der Werkbank zusammengehaltenen beiden Hälften des Messingrohres werden dann auf eine Höhe von 50,8 mm abgedreht. Die so entstandene Schalenform wird nun zur Herstellung der Prüfkörper benutzt. (Abbildung 13)

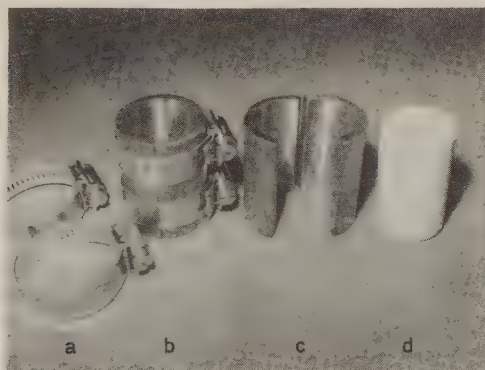


Abbildung 13

Formen und Prüfkörper
zur Bestimmung der Druckfestigkeit
(im erhitzten, geglühten Zustand)

- a - Schlauchschellen
- b - Schalenform (geschlossen) mit Schlauchschellen
- c - Schalenform (geöffnet)
- d - Prüfkörper

Die Wandstärke der Schalenform beträgt 5 mm, um ein Verziehen des Metalles bei der Endtemperatur des Versuches von 650°C zu vermeiden.

Nachdem die Schalenform inseitig mit kolloidalem Graphit beschichtet ist, um ein leichtes Entfernen der später ausgeglühten Prüfkörper zu ermöglichen, werden die Schalen mit den Schlauchschellen (Abbildung 13) fest zusammengehalten.

Die inzwischen angerührte Einbettmasse wird nun unter leichtem Rütteln in die auf einer Glasplatte stehende Schalenform eingebracht. Nachdem keine aufsteigenden Luftblasen mehr zu beobachten sind, wird die leicht überfüllte Schalenform mit einer zweiten Glasplatte eben glattgepreßt.

Nach Erstarren und Abbinden der Einbettmasse werden die Schalen mit den darin enthaltenen Prüfkörpern in einen Trockenschrank (Abbildung 3) gebracht und langsam auf 250°C erhitzt.

Die Prüfkörper verbleiben 45 Minuten im Trockenschrank und sind damit genug getrocknet, um in den auf 650°C erhitzten Vorwärmeofen (Abbildung 4) gebracht werden zu können. Die Schalenformen mit den Probekörpern bleiben 30 Minuten im Vorwärmeofen und werden dann aus demselben entfernt.

Nach erfolgter Abkühlung werden die Prüfkörper aus den geöffneten Schalenformen (Abbildung 13) herausgenommen und zu den Versuchen zur Bestimmung der Druckfestigkeit im erhitzten, geglühten Zustand verwendet.

Bestimmung der Luftdurchlässigkeit

Die Versuche zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit werden mit Hilfe des Luftdurchlässigkeitsprüfers nach Dr. Schaschek durchgeführt.
Nr. des Gerätes : 1582

Die in Abbildung 14 gezeigte Apparatur befindet sich im Besitze der Technischen Hochschule der Stadt Darmstadt und wurde uns für die Zeit der Durchführung der Versuche freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

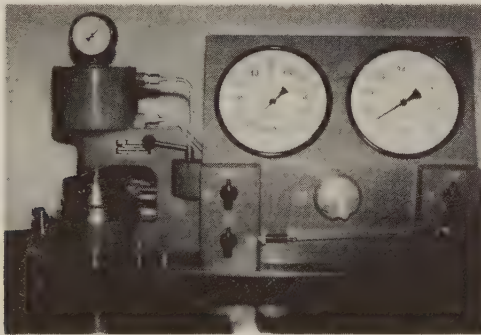


Abbildung 14

Luftdurchlässigkeitsprüfer nach Dr. Schaschek

Die Gas- bzw. Luftdurchlässigkeit ist oft ein wichtiges Kriterium für den Verwendungszweck und die Gebrauchs -

tüchtigkeit vieler Stoffe und Materialien. Die Bestimmung der Gas- und Luftdurchlässigkeit kann einmal dazu dienen,

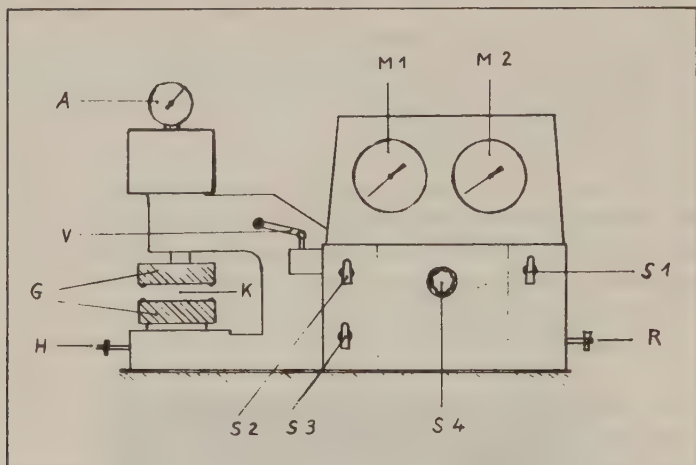


Abbildung 15

Umrisszeichnung

des Luftdurchlässigkeitsprüfers nach Dr. Schaschek

- A - Arbeitsdruckanzeigegerät
- V - Steuerventil
- G - Einspannvorrichtung
- K - Kammer
- H - Hahn
- S2 - Ventilschieber
- S3 - Ventilschieber
- S4 - Ventilschieber
- R - Druckregler
- S1 - Hauptventilschieber
- M2 - Manometer M 2 in kg / cm^2
- M1 - Manometer M 1 in mm WS

die Luftdurchlässigkeit eines Materials selbst zu kontrollieren oder kann Aufschluß über eine bestimmte Stoffeigenschaft, wie zum Beispiel die Porosität, geben.

Beschreibung des Gerätes

(Abbildung 14 u. 15)

Der Luftdurchlässigkeitsprüfer besteht aus einer Einspannvorrichtung (G) und der eigentlichen Meßvorrichtung. Diese beiden Teile sind auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert.

Das Einspannen des Probekörpers erfolgt pneumatisch. Der erforderliche Betriebsdruck für die Einspannvorrichtung beträgt 6 atü. Der Betriebsdruck kann an dem Anzeigegerät (A) abgelesen werden.

Durch Betätigen des zugehörigen Steuerventils (V) wird die Kammer (K), die den Prüfkörper aufnimmt, geöffnet oder geschlossen.

Die Abdichtung dieser Kammer selbst erfolgt durch einen Gummiring. Durch besondere Formgebung des beweglichen Kolbens der Einspannvorrichtung wird erreicht, daß trotz des sehr hohen Anpreßdruckes von etwa 30 kg / cm^2 , keinerlei Störungen durch Veränderung der Prüffläche oder durch Beschädigung des Prüfkörperrandes auftreten.

Für unsere Messungen wurde ein eigens hierzu konstruierter Stützkörper aus Aluminium (Abbildung 16) angefertigt, der es erlaubte, den Prüfkörpern aus Einbettmasse durch eine kreisrunde Auflagefläche einen sicheren Halt zu geben und gleichzeitig eine größtmögliche Randdichte zu erreichen. Es bleibt zu erwähnen, daß die benutzten Probekörper vor Beginn der Versuche auf 650° C erhitzt worden waren und infolge dieser Erhitzung sehr spröde waren.

Die Meßvorrichtung selbst ist in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht. Auf der Frontseite befinden sich die beiden Manometer M 1, mit dem Meßbereich 0 - 100 mm Wassersäule (WS) und M 2 mit dem Meßbereich 0 - 1,6 kg / cm².

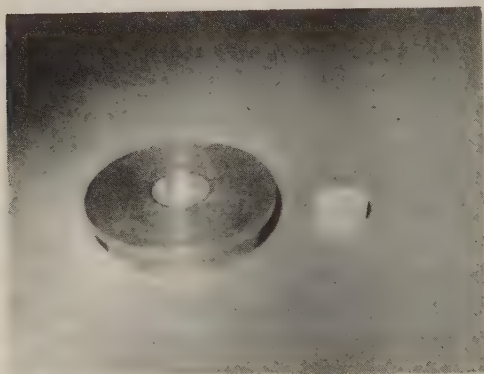


Abbildung 16

Stützkörper aus Aluminium (links)

Prüfkörper aus Einbettmasse (rechts)

An der Vorderseite der eigentlichen Meßvorrichtung sind die Bedienungsgriffe der vier Spezialventilschieber S 1, S 2, S 3, S 4 und die Meßkapillare K 1, für den Meßbereich I, angebracht.

Auf der rechten Seite des Gerätes ist der Bedienungsgriff für den Druckregler (R) zu sehen.

Zwischen der Einspannvorrichtung und der Meßvorrichtung liegt das Steuerventil (V) für das Öffnen und Schließen der Einspannvorrichtung. Auf der Rückseite des Gerätes befindet sich der Anschluß für die Preßluft oder eine Gasflasche.

Der erforderliche Betriebsdruck für die eigentliche Meßvorrichtung ist ebenfalls der Gleiche wie für die Einspannvorrichtung, nämlich 6 atü.

Das Gerät arbeitet mit 3 Meßbereichen. Für die durchzuführenden Versuche an den früher genannten Einbettmassen eignete sich nach den Vorversuchen der Prüfbereich II am besten.

Im Meßbereich II des Gerätes strömt das Prüfgas zuerst durch den Prüfkörper, der sich in der Kammer der Einspannvorrichtung (G) befindet und anschließend durch ein System von Kapillaren, die wiederum zusammen mit dem Manometer M 1 als empfindliche Strömungsmesser wirken und die durch die Prüfkörper hindurchgeströmte Gasmenge anzeigen.

Ausführung der Messung

Die auf 650° C erhitzten Prüfkörper werden vorsichtig, da diese durch die Erhitzung sehr spröde geworden sind, in den vorher erwähnten Stützkörper (Abbildung 16) eingeführt und die Ränder mit Plastikmasse gut abgedichtet.

Die so vorbereiteten Prüfkörper werden dann mit dem Stützkörper in die geöffnete Kammer (K) der Einspannvorrichtung (G) eingesetzt und die Einspannvorrichtung durch Betätigen des zugehörigen Steuerventils (V) geschlossen. Nach Schließen des Hahnes (H) wird durch

Drehen am Druckregler (R) der Standarddruck von $0,1 \text{ kg / cm}^2$ am Manometer M 2 grob eingestellt. Die Feineinstellung des Manometers M 2 ist erst bei der Messung möglich.

Der Hauptventilschieber S 1 wird in Stellung I + II gebracht, denn - wie vorher besprochen - sollen unsere Messungen im Meßbereich II durchgeführt werden.

Nun wird das Manometer M 1 beobachtet. Zeigt es keinen Ausschlag, so wird der Ventilschieber S 4 successive von seiner Ausgangsstellung 1 nach 6 hin gedreht, bis am Manometer M 1 ein möglichst hoher Wert zwischen 10 und 100 mm Wassersäule angezeigt wird.

Aus der Manometeranzeige M 1 und der jeweiligen Stellung des Ventilschiebers S 4 wird nun der gefundene Wert in mm Wassersäule abgelesen.

Mit Hilfe der dem Gerät beigelegten Eich-tabelle werden anschließend die entsprechenden Luftdurchlässigkeitswerte abgelesen.

Formen und Herstellung der Prüfkörper zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit

Die zu prüfenden Einbettmassen werden ebenfalls genau nach den in dem Kapitel - Methodik zur Herstellung der Prüfkörper - angegebenen Richtlinien angerührt.

Als Ausnahme werden die Prüfkörper in diesem Versuch nur im erhitzten, ausgeglühten Zustand verwendet.

Mit Hilfe von geteilten und darauf an der Werkbank gedrehten Messingringen (Abbildung 17) werden die Prüfkörper hergestellt.

Als Abmessungen dieser Messingringe wird die Höhe mit 10 mm und der Durchmesser mit 26 mm gewählt, um ein

genaues Einpassen der Prüfkörper in den früher erwähnten Stützring (Abbildung 16) zu ermöglichen.

Die Wandstärke der Messingringe von 6 mm mag auf den ersten Blick etwas dick erscheinen, mußte aber so stark gehalten werden, um ein Verziehen des Metalles bei der Endtemperatur des Versuches von 650°C zu vermeiden.

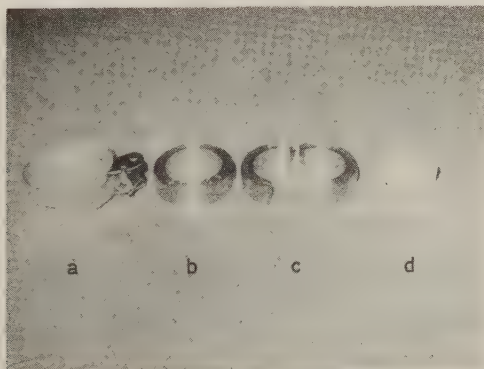


Abbildung 17

Formen und Prüfkörper
zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit

- a - Schlauchschelle
- b - Messingring (Form) geschlossen
- c - Messingring (Form) geöffnet
- d - Prüfkörper

Die durch eine Schlauchschelle (Abbildung 17) fest zusammengehaltenen Ringe (Formen) werden auf einer Glasplatte stehend mit dem angerührten Einbettmassenbrei gefüllt und leicht gerüttelt. Der Überschuß des Breies wird entfernt und die in der Form (Messingring) verbleibende Masse mit einer zweiten Glasplatte glattgestrichen.

Nach Erstarren und Abbinden des Einbettmassenbreies werden die Formen mit den darin enthaltenen Prüfkörpern in einem Trockenschrank (Abbildung 3) auf 250°C erhitzt und darauf in einem Vorwärmeofen (Abbildung 4) bei 650°C zum Glühen gebracht. Die Formen mit den Prüfkörpern bleiben 30 Minuten im Vorwärmeofen und werden dann zur Abkühlung aus demselben entfernt. Nach der Abkühlung werden die Prüfkörper den Formen entnommen und die Versuche durchgeführt.

Da die Formen geteilt waren und zudem vor dem Einfüllen der Einbettmasse inseitig mit kolloidalem Graphit beschichtet waren, konnten die Prüfkörper sehr leicht und ohne Beschädigung den Formen entnommen werden.

Versuchsergebnisse

	Seite
1. Ergebnisse der Abbindezeitenbestimmung	
a) Tabelle 1 - 12	54 - 56
b) Graphische Darstellung	57
der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	
der Bestimmung der Abbindezeit in Min.	
2. Ergebnisse der Kugeldruckhärtebestimmung	
a) Tabelle 13 - 36	58 - 69
b) Graphische Darstellungen	70 - 73
der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	
der Bestimmung der Kugeldruckhärte	
I. Darstellung in mm der Eindringtiefe	70 - 71
II. Darstellung in kg/cm^2 der Hk 10	72 - 73
3. Ergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung	
a) Tabelle 37 - 60	74 - 79
b) Graphische Darstellungen	80 - 81
der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	
der Bestimmung der Druckfestigkeit in kg	
4. Ergebnisse der Luftdurchlässigkeitsbestimmung	
a) Tabelle 61 - 72	82 - 84
b) Graphische Darstellung	85
der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	
der Bestimmung der Luftdurchlässigkeit	
in cm^3 .	

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	Min.
Ende der Abbindezeit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	Min.
Dauer der Abbindezeit	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Min.

Tabelle 1

Abbindezeitbestimmung

Duroterm + dest. Wasser

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Min.
Ende der Abbindezeit	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 2

Abbindezeitbestimmung

Duroterm + Super Setting

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	Min.
Ende der Abbindezeit	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 3

Abbindezeitbestimmung

Kompens + dest. Wasser

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	430	430	430	430	430	430	430	430	430	430	Min.
Ende der Abbindezeit	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 4

Abbindezeitbestimmung

Kompens + Super Setting

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Min.
Ende der Abbindezeit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 9

Abbindezeitbestimmung

Cristobalite + dest.Wasser

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Min.
Ende der Abbindezeit	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	Min.
Dauer der Abbindezeit	030	030	030	030	030	030	030	030	030	030	Min.

Tabelle 10

Abbindezeitbestimmung

Cristobalite + Super Setting

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	Min.
Ende der Abbindezeit	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 11

Abbindezeitbestimmung

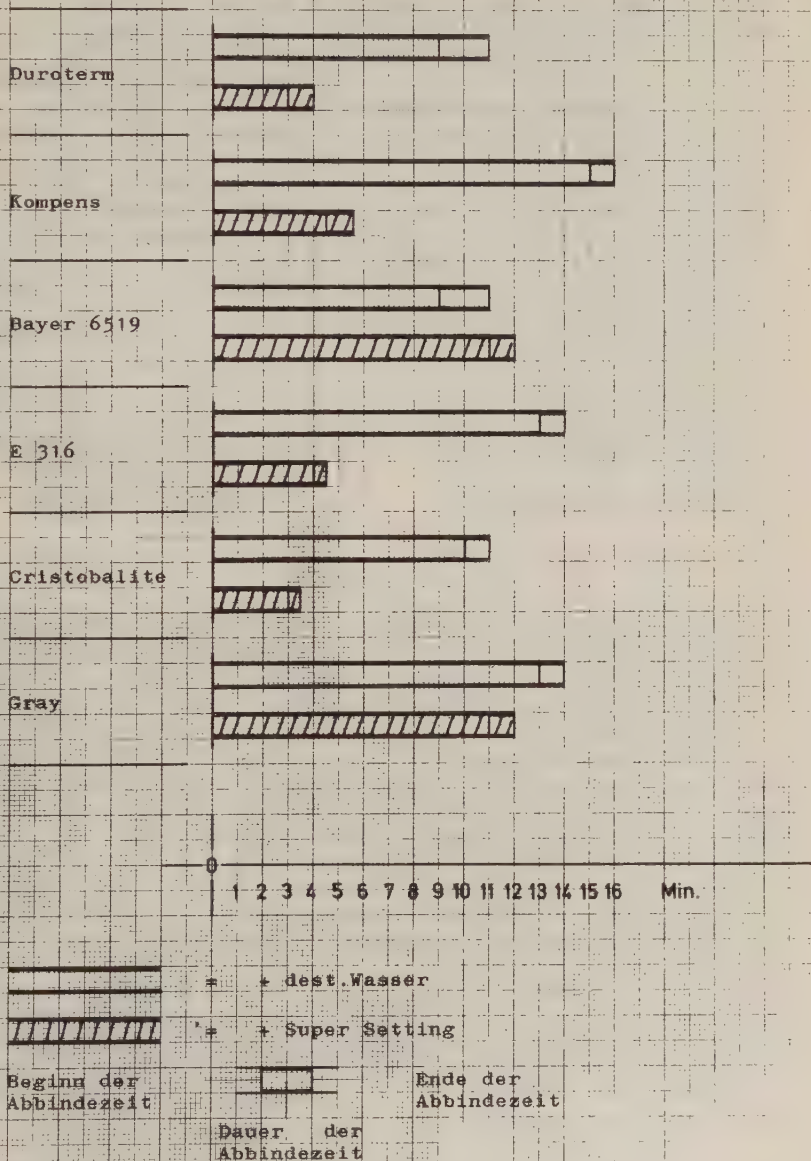
Gray + dest.Wasser

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Beginn der Abbindezeit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	Min.
Ende der Abbindezeit	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	Min.
Dauer der Abbindezeit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Min.

Tabelle 12

Abbindezeitbestimmung

Gray + Super Setting



Graphische Darstellung 1
 der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
 der Bestimmung der Abbindezeit

Versuch	Prüfkörper									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,41	0,45	0,42	0,46	0,44	0,44	0,43	0,42	0,44	0,44
2	0,43	0,43	0,40	0,48	0,41	0,45	0,43	0,42	0,45	0,44
3	0,42	0,41	0,49	0,42	0,41	0,45	0,43	0,44	0,44	0,41
4	0,42	0,41	0,47	0,40	0,48	0,43	0,47	0,40	0,43	0,42
5	0,45	0,42	0,45	0,48	0,44	0,42	0,45	0,44	0,47	0,45
6	0,48	0,46	0,47	0,48	0,45	0,45	0,48	0,48	0,41	0,44
7	0,45	0,48	0,45	0,40	0,45	0,46	0,42	0,42	0,43	0,42
8	0,47	0,45	0,42	0,45	0,43	0,45	0,45	0,43	0,45	0,46
9	0,44	0,41	0,45	0,48	0,48	0,43	0,43	0,41	0,42	0,42
10	0,46	0,48	0,42	0,46	0,45	0,45	0,46	0,45	0,44	0,43
Mittel Wert in mm	0,44	0,44	0,44	0,45	0,44	0,44	0,45	0,43	0,44	0,43
Hk 10 kg/cm ²	7233	7233	7233	7073	7233	7233	7073	7379	7233	7379

Tabelle 13

Kugeldruck-Härteprüfung

Duroterm + dest. Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch	Prüfkörper									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,60	0,61	0,62	0,60	0,61	0,60	0,62	0,61	0,61	0,62
2	0,59	0,63	0,60	0,60	0,62	0,59	0,62	0,62	0,60	0,61
3	0,61	0,64	0,60	0,62	0,61	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63
4	0,62	0,61	0,59	0,61	0,63	0,60	0,62	0,63	0,62	0,61
5	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63
6	0,59	0,61	0,59	0,62	0,62	0,61	0,63	0,61	0,61	0,62
7	0,60	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,60	0,62
8	0,59	0,61	0,60	0,62	0,62	0,59	0,61	0,61	0,60	0,63
9	0,60	0,62	0,60	0,61	0,61	0,62	0,61	0,62	0,61	0,62
10	0,60	0,60	0,62	0,61	0,61	0,59	0,61	0,61	0,62	0,61
Mittel Wert in mm	0,60	0,62	0,60	0,61	0,61	0,60	0,62	0,62	0,61	0,62
Hk 10 kg/cm ²	5305	5134	5305	5218	5218	5305	5134	5134	5218	5134

Tabelle 14

Kugeldruck-Härteprüfung

Duroterm + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,57	0,57	0,54	0,56	0,55	0,59	0,58	0,56	0,57	0,53
2	0,59	0,55	0,50	0,55	0,55	0,58	0,57	0,58	0,56	0,56
3	0,58	0,54	0,52	0,56	0,55	0,59	0,54	0,57	0,58	0,57
4	0,57	0,57	0,53	0,57	0,54	0,56	0,58	0,59	0,59	0,56
5	0,56	0,54	0,53	0,57	0,54	0,58	0,56	0,54	0,57	0,58
6	0,58	0,51	0,55	0,55	0,55	0,56	0,57	0,57	0,54	0,56
7	0,57	0,53	0,52	0,56	0,54	0,57	0,54	0,56	0,57	0,55
8	0,56	0,56	0,54	0,56	0,54	0,55	0,55	0,54	0,58	0,56
9	0,55	0,52	0,54	0,54	0,54	0,56	0,53	0,59	0,54	0,56
10	0,58	0,54	0,52	0,55	0,55	0,57	0,56	0,56	0,58	0,54
Mittel Wert in mm	0,57	0,54	0,53	0,56	0,54	0,57	0,56	0,57	0,57	0,56
Hk 10 kg/cm ²	5584	5894	6006	5684	5894	5584	5684	5584	5584	5684

Tabelle 15

Kugeldruck-Härteprüfung

Duroterm + dest. Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,68	0,65	0,62	0,60	0,66	0,64	0,59	0,63	0,65	0,64
2	0,65	0,68	0,66	0,62	0,64	0,66	0,64	0,67	0,68	0,61
3	0,64	0,67	0,68	0,59	0,59	0,67	0,67	0,67	0,64	0,67
4	0,62	0,62	0,69	0,62	0,62	0,63	0,66	0,68	0,67	0,60
5	0,62	0,64	0,62	0,62	0,62	0,60	0,64	0,64	0,68	0,64
6	0,64	0,65	0,61	0,65	0,64	0,68	0,63	0,63	0,69	0,63
7	0,68	0,63	0,64	0,66	0,65	0,66	0,68	0,62	0,64	0,64
8	0,61	0,67	0,65	0,68	0,63	0,67	0,69	0,61	0,63	0,67
9	0,67	0,65	0,67	0,65	0,67	0,63	0,64	0,66	0,65	0,66
10	0,65	0,66	0,62	0,68	0,65	0,65	0,68	0,68	0,66	0,68
Mittel Wert in mm	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65
Hk 10 kg/cm ²	4897	4897	4897	4973	4973	4897	4897	4897	4822	4897

Tabelle 16

Kugeldruck-Härteprüfung

Duroterm + Super Setting

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,37	0,35	0,35	0,37	0,38	0,36	0,38	0,36	0,37	0,36
2	0,33	0,32	0,34	0,36	0,36	0,34	0,37	0,36	0,36	0,36
3	0,33	0,35	0,33	0,36	0,35	0,35	0,37	0,35	0,36	0,37
4	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,34	0,36	0,35	0,35
5	0,33	0,34	0,37	0,37	0,36	0,33	0,36	0,37	0,34	0,33
6	0,35	0,32	0,35	0,38	0,37	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34
7	0,34	0,33	0,34	0,36	0,38	0,32	0,35	0,35	0,34	0,32
8	0,33	0,33	0,34	0,38	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34
9	0,35	0,35	0,37	0,37	0,36	0,35	0,36	0,34	0,35	0,35
10	0,34	0,33	0,35	0,36	0,38	0,37	0,34	0,34	0,35	0,36
Mittel Wert in mm	0,34	0,34	0,35	0,37	0,37	0,34	0,36	0,35	0,35	0,35
Hk 10 kg/cm ²	9362	9362	9093	8602	8602	9362	8842	9093	9093	9093

Tabelle 17

Kugeldruck-Härteprüfung

Kompens + dest. Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,48	0,46	0,47	0,48	0,45
2	0,45	0,45	0,46	0,45	0,45	0,47	0,47	0,46	0,48	0,47
3	0,44	0,45	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,46	0,47	0,47
4	0,48	0,45	0,48	0,45	0,45	0,48	0,48	0,46	0,45	0,47
5	0,46	0,44	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,45	0,48
6	0,47	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,45	0,48	0,45	0,46
7	0,46	0,46	0,46	0,47	0,46	0,47	0,46	0,46	0,47	0,46
8	0,45	0,46	0,47	0,48	0,47	0,45	0,48	0,45	0,46	0,45
9	0,47	0,44	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,44	0,47	0,45
10	0,46	0,44	0,48	0,47	0,48	0,48	0,46	0,48	0,45	0,46
Mittel Wert in mm	0,46	0,45	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46
Hk 10 kg/cm ²	6920	7073	6772	6920	6920	6772	6772	6920	6920	6920

Tabelle 18

Kugeldruck-Härteprüfung

Kompens + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.				Prüfkörper						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,44	0,44	0,44	0,45	0,43	0,46	0,45	0,42	0,46	0,43
2	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,47	0,43	0,44	0,45	0,44
3	0,44	0,45	0,45	0,45	0,42	0,44	0,47	0,45	0,43	0,45
4	0,46	0,46	0,42	0,44	0,42	0,45	0,46	0,43	0,45	0,46
5	0,44	0,45	0,43	0,45	0,44	0,43	0,45	0,44	0,44	0,44
6	0,44	0,45	0,44	0,44	0,42	0,44	0,43	0,43	0,44	0,43
7	0,45	0,44	0,42	0,42	0,43	0,42	0,44	0,43	0,43	0,42
8	0,44	0,44	0,42	0,44	0,42	0,43	0,44	0,44	0,42	0,42
9	0,43	0,43	0,42	0,44	0,42	0,44	0,44	0,42	0,44	0,43
10	0,42	0,43	0,43	0,42	0,42	0,46	0,42	0,43	0,42	0,43
Mittel Wert in mm	0,44	0,44	0,43	0,44	0,43	0,44	0,44	0,43	0,44	0,44
Hk 10 kg/cm ²	7233	7233	7379	7233	7379	7233	7233	7379	7233	7233

Tabelle 19

Kugeldruck-Härteprüfung

Kompens + dest.Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.				Prüfkörper						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,57	0,57	0,60	0,59	0,62	0,59	0,60	0,57	0,61	0,57
2	0,56	0,58	0,61	0,57	0,59	0,58	0,59	0,57	0,57	0,59
3	0,57	0,58	0,59	0,57	0,58	0,57	0,57	0,58	0,58	0,57
4	0,58	0,59	0,58	0,59	0,60	0,58	0,57	0,59	0,59	0,59
5	0,59	0,60	0,60	0,58	0,59	0,59	0,56	0,57	0,58	0,58
6	0,56	0,59	0,60	0,60	0,59	0,57	0,59	0,57	0,58	0,60
7	0,60	0,60	0,59	0,61	0,58	0,56	0,58	0,58	0,57	0,61
8	0,60	0,60	0,61	0,60	0,62	0,57	0,57	0,59	0,58	0,61
9	0,58	0,59	0,59	0,61	0,59	0,59	0,57	0,60	0,60	0,58
10	0,59	0,58	0,60	0,62	0,58	0,60	0,59	0,62	0,60	0,59
Mittel Wert in mm	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59
Hk 10 kg/cm ²	5488	5395	5395	5395	5395	5488	5488	5488	5395	5395

Tabelle 20

Kugeldruck-Härteprüfung

Kompens + Super Setting

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch	Prüfkörper										
	Nr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
2	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21
3	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20
4	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
5	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21
6	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21
7	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20
8	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
9	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
10	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Mittel Wert in mm	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Hk 10 kg/cm ²	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57	151,57

Tabelle 21

Kugeldruck-Härteprüfung

Bayer 6519 + dest.Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch	Prüfkörper										
	Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,23	0,24	0,23	
2	0,25	0,23	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,23	
3	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23
4	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	
5	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,23	0,24	
6	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	
7	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,25	
8	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,23	0,24	0,24	
9	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	
10	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	
Mittel Wert in mm	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Hk 10 kg/cm ²	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63	132,63

Tabelle 22

Kugeldruck-Härteprüfung

Bayer 6519 + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch	Prüfkörper									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30	0,30	0,27	0,28	0,30	0,30
2	0,28	0,27	0,27	0,32	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,27
3	0,28	0,28	0,27	0,30	0,32	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29
4	0,28	0,30	0,28	0,27	0,30	0,28	0,32	0,28	0,29	0,30
5	0,27	0,31	0,30	0,26	0,28	0,27	0,30	0,29	0,29	0,31
6	0,26	0,27	0,32	0,30	0,29	0,30	0,29	0,28	0,28	0,32
7	0,27	0,28	0,30	0,32	0,28	0,31	0,27	0,30	0,30	0,29
8	0,31	0,26	0,31	0,29	0,30	0,28	0,30	0,32	0,27	0,29
9	0,26	0,30	0,28	0,27	0,27	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30
10	0,30	0,26	0,26	0,30	0,30	0,30	0,27	0,29	0,30	0,27
Mittel Wert in mm	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Hk 10 kg/cm ²	11368	11368	10976	10978	10978	10976	10976	10976	10976	10976

Tabelle 23

Kugeldruck-Härteprüfung

Bayer 6519 + dest. Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch	Prüfkörper									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,32	0,33	0,28	0,31	0,32	0,30	0,29	0,32	0,31	0,32
2	0,34	0,34	0,28	0,31	0,31	0,31	0,33	0,30	0,28	0,28
3	0,32	0,32	0,29	0,30	0,28	0,31	0,32	0,28	0,28	0,30
4	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29
5	0,32	0,29	0,29	0,29	0,31	0,29	0,30	0,28	0,29	0,29
6	0,34	0,30	0,30	0,28	0,32	0,32	0,31	0,28	0,28	0,30
7	0,33	0,33	0,32	0,28	0,33	0,30	0,31	0,30	0,32	0,28
8	0,33	0,31	0,31	0,32	0,27	0,28	0,30	0,30	0,32	0,28
9	0,32	0,31	0,29	0,28	0,31	0,29	0,28	0,32	0,28	0,31
10	0,31	0,30	0,29	0,29	0,31	0,30	0,29	0,31	0,30	0,30
Mittel Wert in mm	0,32	0,31	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Hk 10 kg/cm ²	9947	10268	10610	10610	10268	10610	10610	10610	10610	10610

Tabelle 24

Kugeldruck-Härteprüfung

Bayer 6519 + Super Setting

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,33	0,34	0,33	0,35	0,34	0,35	0,33	0,33	0,33	0,33
2	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34
3	0,34	0,34	0,33	0,32	0,33	0,32	0,34	0,34	0,34	0,34
4	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,34	0,35
5	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34
6	0,34	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33
7	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34
8	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
9	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33
10	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33
Mittel Wert in mm	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34
Hk 10 kg/cm ²	9362	9643	9362	9643	9362	9362	9362	9362	9643	9362

Tabelle 25

Kugeldruck-Härteprüfung
nicht erhitzter Zustand

E 316 + dest. Wasser

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,34	0,35	0,34	0,34	0,35	0,35	0,34	0,34	0,35	0,34
2	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
3	0,35	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35	0,33	0,34
4	0,34	0,34	0,35	0,35	0,34	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35
5	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34
6	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35
7	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34
8	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
9	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34
10	0,34	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
Mittel Wert in mm	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Hk 10 kg/cm ²	9362	9362	9362	9362	9362	9362	9362	9362	9362	9362

Tabelle 26

Kugeldruck-Härteprüfung
nicht erhitzter Zustand

E 316 + Super Setting

Versuch	Prüfkörper										
	Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38
2	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,38
3	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39
4	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39
5	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39
6	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,39	0,38	0,39
7	0,38	0,39	0,39	0,38	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39
8	0,38	0,39	0,38	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39
9	0,38	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39
10	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38
Mittel Wert in mm	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Hk 10 kg/cm ²	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61	81,61

Tabelle 27

Kugeldruck-Härteprüfung

E 316 + dest. Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch	Prüfkörper									
Nr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,44	0,43	0,44	0,44	0,45	0,43	0,44	0,44	0,43	0,44
2	0,43	0,44	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45
3	0,44	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,45	0,44	0,44
4	0,44	0,44	0,44	0,43	0,44	0,45	0,44	0,43	0,44	0,44
5	0,45	0,44	0,44	0,44	0,45	0,44	0,45	0,44	0,44	0,45
6	0,44	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45	0,44	0,44	0,45	0,44
7	0,44	0,44	0,44	0,45	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,43
8	0,44	0,44	0,43	0,44	0,43	0,44	0,44	0,44	0,43	0,44
9	0,45	0,44	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45
10	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,43	0,44	0,44	0,44
Mittel Wert in mm	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Hk 10 kg/cm ²	7233	7233	7233	7233	7233	7233	7233	7233	7233	7233

Tabelle 28

Kugeldruck-Härteprüfung

E 316 + Super Setting

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,32	0,32	0,31	0,33	0,32	0,30	0,31	0,33	0,30	0,32
2	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,30	0,31	0,30	0,30
3	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31
4	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,33	0,31	0,31	0,31	0,31
5	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,31	0,30
6	0,31	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,30	0,31
7	0,32	0,31	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31
8	0,32	0,32	0,31	0,31	0,30	0,31	0,32	0,30	0,32	0,32
9	0,32	0,31	0,30	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,31	0,33
10	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31	0,32	0,30	0,31	0,31	0,30
Mittel Wert in mm	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Hk 10 kg/cm ²	9947	9947	10268	9947	10268	10268	10268	10268	10268	10268

Tabelle 29

Kugeldruck-Härteprüfung

Cristobalite + dest.Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34	0,33	0,32	0,33	0,32
2	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34
3	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34	0,33	0,33
4	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,32	0,33	0,34	0,34	0,33
5	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,34
6	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33
7	0,33	0,34	0,33	0,33	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34	0,33
8	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,33	0,32	0,34
9	0,34	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34
10	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34
Mittel Wert in mm	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Hk 10 kg/cm ²	9643	9643	9643	9643	9643	9643	9643	9643	9643	9643

Tabelle 30

Kugeldruck-Härteprüfung

Cristobalite + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,48	0,47	0,48	0,48	0,49	0,47	0,49	0,47	0,49	0,49
2	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49	0,47	0,47	0,47	0,47	0,49
3	0,47	0,48	0,47	0,48	0,48	0,48	0,47	0,48	0,47	0,48
4	0,48	0,47	0,47	0,49	0,47	0,47	0,47	0,49	0,48	0,47
5	0,47	0,48	0,48	0,47	0,47	0,49	0,48	0,47	0,48	0,47
6	0,47	0,47	0,47	0,47	0,49	0,47	0,47	0,48	0,48	0,47
7	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,47	0,47	0,47
8	0,48	0,48	0,47	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47
9	0,49	0,47	0,46	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48
10	0,47	0,49	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,49	0,47
Mittel Wert in mm	0,48	0,48	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Hk 10 kg/cm ²	6631	6631	6772	6631	6631	6631	6631	6631	6631	6631

Tabelle 31

Kugeldruck-Härteprüfung

Cristobalite + dest.Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,63	0,64	0,62	0,63	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,63
2	0,63	0,64	0,63	0,64	0,64	0,64	0,62	0,63	0,64	0,63
3	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,63	0,62	0,62
4	0,64	0,63	0,64	0,63	0,63	0,64	0,64	0,63	0,63	0,64
5	0,62	0,63	0,63	0,62	0,63	0,62	0,63	0,63	0,63	0,62
6	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,63	0,63	0,62	0,63	0,64
7	0,63	0,62	0,62	0,64	0,63	0,63	0,64	0,63	0,63	0,64
8	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62	0,63	0,63	0,64	0,62	0,63
9	0,63	0,62	0,62	0,64	0,63	0,62	0,62	0,64	0,64	0,63
10	0,62	0,63	0,64	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62
Mittel Wert in mm	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Hk 10 kg/cm ²	5052	5052	5052	5052	5052	5052	5052	5052	5052	5052

Tabelle 32

Kugeldruck-Härteprüfung

Cristobalite + Super Setting

erhitzter, geglühter Zust.

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,17	0,18
2	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,18	0,19
3	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19
4	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19
5	0,18	0,17	0,17	0,19	0,17	0,18	0,17	0,18	0,19	0,18
6	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,19	0,18	0,17	0,18
7	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18
8	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,18
9	0,19	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17
10	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,19	0,17	0,18	0,18
Mittel Wert in mm	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Hk 10 kg/cm ²	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83	176,83

Tabelle 33

Kugeldruck-Härteprüfung

Gray + dest. Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20
2	0,19	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20
3	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
4	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19
5	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19
6	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
7	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19
8	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,19	0,20	0,19	0,19
9	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20
10	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
Mittel Wert in mm	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20
Hk 10 kg/cm ²	167,52	167,52	159,15	167,52	167,52	167,52	167,52	167,52	167,52	159,15

Tabelle 34

Kugeldruck-Härteprüfung

Gray + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,31	0,29	0,30	0,31	0,30	0,30	0,28	0,31	0,29	0,30
2	0,30	0,29	0,29	0,30	0,31	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29
3	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,29	0,28	0,30
4	0,28	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,27	0,28	0,30	0,31
5	0,29	0,28	0,30	0,31	0,28	0,30	0,29	0,28	0,31	0,28
6	0,30	0,28	0,27	0,27	0,28	0,31	0,29	0,30	0,27	0,28
7	0,31	0,28	0,29	0,28	0,27	0,28	0,30	0,30	0,28	0,29
8	0,29	0,30	0,28	0,30	0,30	0,30	0,31	0,28	0,29	0,27
9	0,30	0,28	0,28	0,31	0,29	0,28	0,28	0,29	0,28	0,30
10	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,29	0,30
Mittel Wert in mm	0,30	0,28	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Hk 10 kg/cm ²	106,10	113,68	109,76	106,10	109,76	109,76	109,76	109,76	109,76	109,76

Tabelle 35

Kugeldruck-Härteprüfung

Gray + dest. Wasser

erhitzter, geglühter Zust.

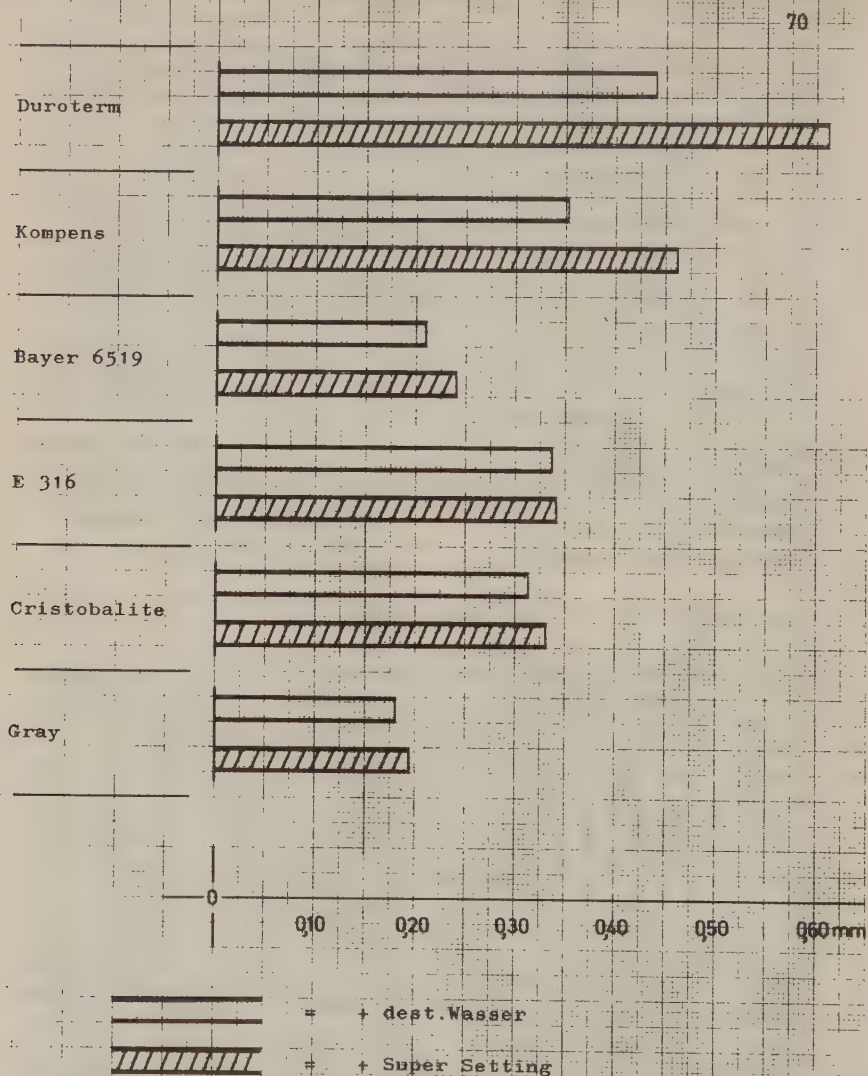
Versuch Nr.	Prüfkörper									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
1	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,43	0,44	0,43	0,43
2	0,42	0,43	0,43	0,44	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	0,43
3	0,44	0,42	0,44	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,43	0,43
4	0,42	0,44	0,42	0,43	0,42	0,43	0,44	0,42	0,42	0,42
5	0,42	0,44	0,43	0,43	0,44	0,42	0,44	0,43	0,43	0,42
6	0,42	0,42	0,43	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,42	0,44
7	0,43	0,43	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	0,42
8	0,42	0,42	0,42	0,44	0,43	0,44	0,43	0,42	0,43	0,43
9	0,43	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44	0,44
10	0,43	0,43	0,43	0,42	0,43	0,42	0,44	0,44	0,44	0,42
Mittel Wert in mm	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Hk 10 kg/cm ²	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79	73,79

Tabelle 36

Kugeldruck-Härteprüfung

Gray + Super Setting

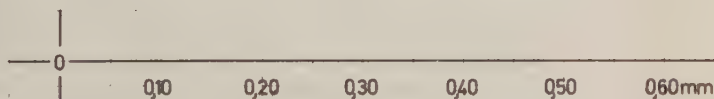
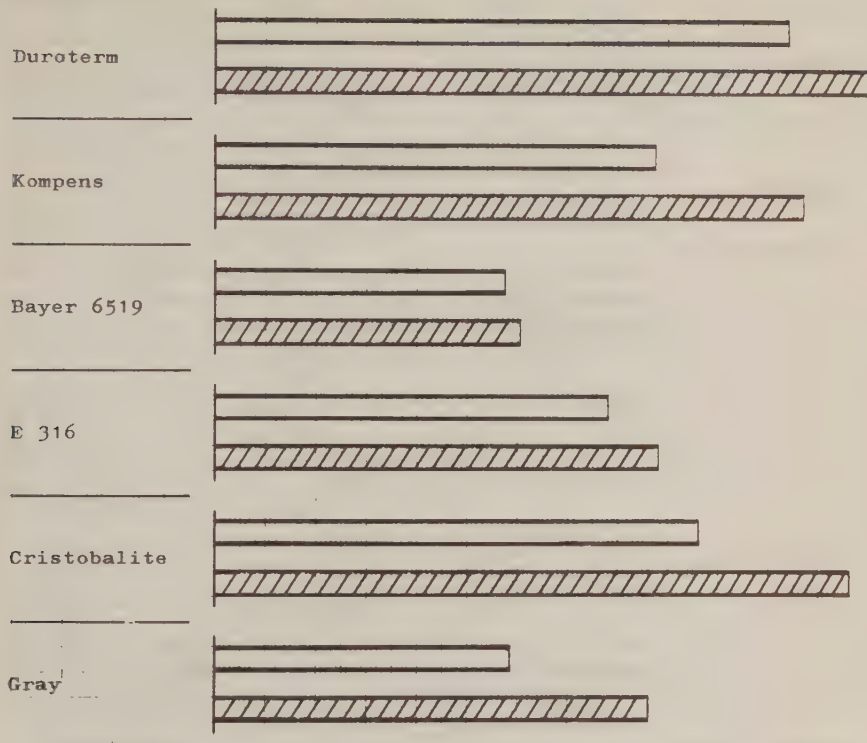
erhitzter, geglühter Zust.



Graphische Darstellung 2

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Kugeldruckhärte

Darstellung in mm der Eindringtiefe im nicht erhitzten Zustand



+ + dest. Wasser

= + Super Setting

Graphische Darstellung 3

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Kugeldruckhärte

Darstellung in mm der Eindringtiefe im erhitzten, geglühten Zust.

Durotern

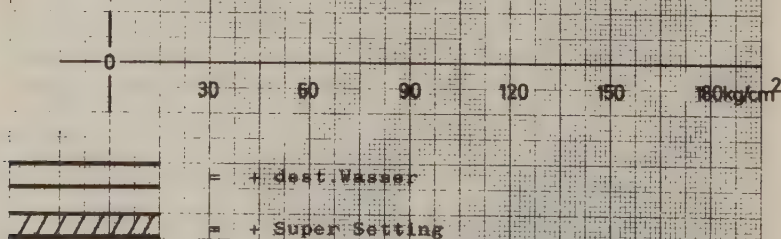
Kompens

Bayer 6519

E 316

Cristobalite

Gray



Graphische Darstellung 4

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Kugeldruckhärte

Darstellung in kg/cm² der Hk 10 im nicht erhitzten Zustand

Duroterm

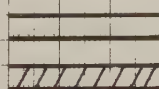
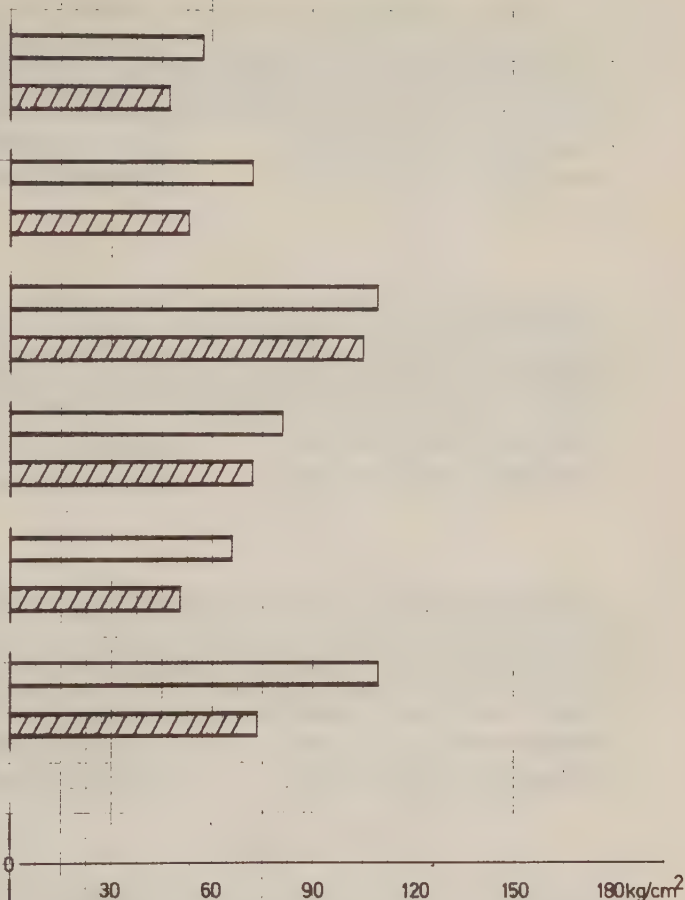
Kompens

Bayer 6519

E 316

Cristobalite

Gray



= + dest. Wasser

= + Super Setting

Graphische Darstellung 5

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Kugeldruckhärte

Darstellung in kg/cm^2 der Hk 10 im erhitzten, geglühten Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	238	226	242	242	236	242	224	239	240	235

Tabelle 37

Duroterm + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	136	127	138	129	145	130	131	128	143	132

Tabelle 38

Duroterm + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	57	54	60	57	54	59	59	61	57	54

Tabelle 39

Duroterm + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	39	43	44	42	43	36	35	41	39	41

Tabelle 40

Duroterm + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	348	352	360	366	348	362	364	362	344	347

Tabelle 41

Druckfestigkeitsbestimmung

Kompens + dest.Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	182	189	188	190	175	189	186	187	180	179

Tabelle 42

Druckfestigkeitsbestimmung

Kompens + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	98	99	111	101	102	96	112	109	101	98

Tabelle 43

Druckfestigkeitsbestimmung

Kompens + dest.Wasser

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	59	56	54	52	56	59	53	58	53	59

Tabelle 44

Druckfestigkeitsbestimmung

Kompens + Super Setting

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	570	574	593	559	569	558	588	564	571	572

Tabelle 45

Bayer 6519 + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	493	491	487	485	482	472	465	480	490	465

Tabelle 46

Bayer 6519 + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	157	163	156	163	165	137	163	164	151	163

Tabelle 47

Bayer 6519 + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	109	112	101	117	112	97	112	104	117	96

Tabelle 48

Bayer 6519 + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	433	440	449	425	449	483	468	491	460	474

Tabelle 49

E 316 + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	264	272	253	278	289	287	258	254	264	266

Tabelle 50

E 316 + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	285	303	304	291	293	279	291	270	275	271

Tabelle 51

E 316 + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	110	118	112	119	125	116	112	120	108	115

Tabelle 52

E 316 + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	320	323	327	331	324	343	325	348	328	326

Tabelle 53

Druckfestigkeitsbestimmung

Cristobalite + dest.Wasser

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	214	212	211	204	219	205	202	199	121	209

Tabelle 54

Druckfestigkeitsbestimmung

Cristobalite + Super Setting

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	82	83	85	85	83	80	87	79	78	81

Tabelle 55

Druckfestigkeitsbestimmung

Cristobalite + dest.Wasser

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	48	49	50	48	51	47	47	50	47	52

Tabelle 56

Druckfestigkeitsbestimmung

Cristobalite + Super Setting

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	632	633	633	622	616	612	615	624	618	627

Tabelle 57

Gray + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	471	457	468	466	449	464	453	468	448	463

Tabelle 58

Gray + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

nicht erhitzter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	172	183	174	185	179	186	178	180	182	177

Tabelle 59

Gray + dest. Wasser

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Druck in kg	108	106	112	110	108	99	105	98	107	103

Tabelle 60

Gray + Super Setting

Druckfestigkeitsbestimmung

erhitzter, geglühter Zustand

Duroterm

Kompens

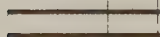
Bayer 6519

E 316

Cristobalite

Gray

0 100 200 300 400 500 600kg



= + dest. Wasser

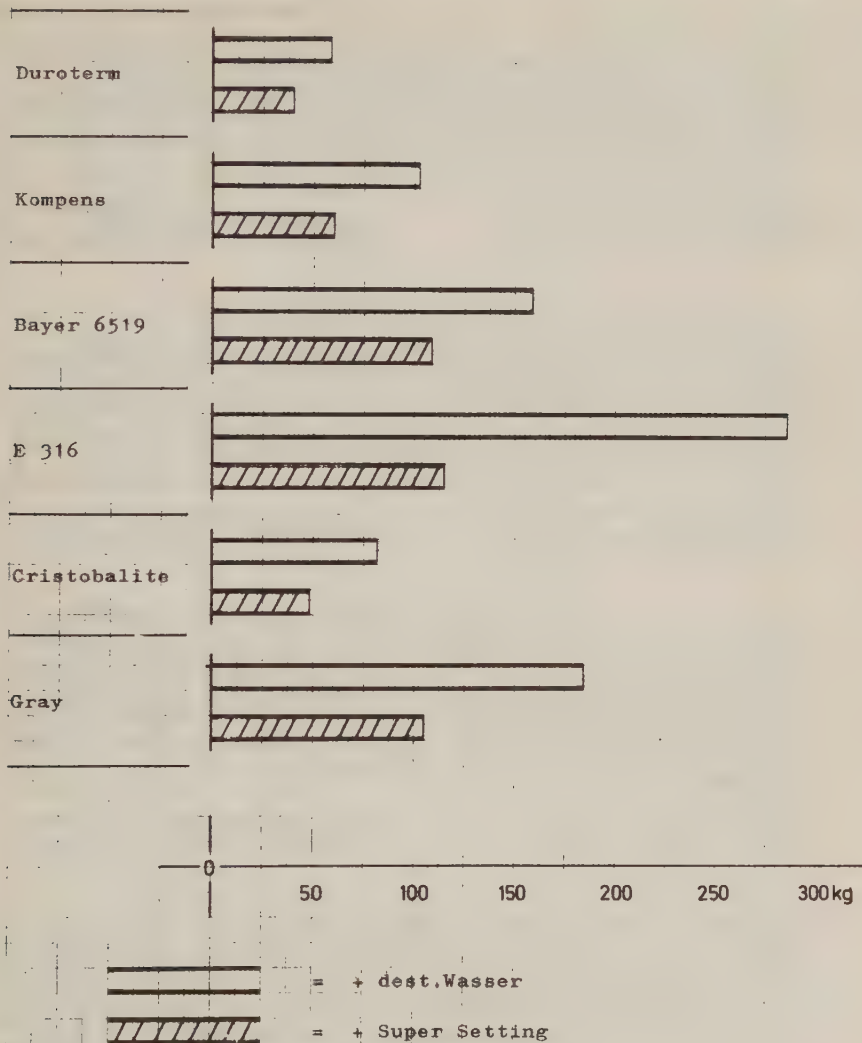


= + Super Setting

Graphische Darstellung 6

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Druckfestigkeit

Darstellung in kg im nicht erhitzten Zustand



Graphische Darstellung 7

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
der Bestimmung der Druckfestigkeit

Darstellung in kg im erhitzten,geglühten Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 6 / II	42	37	43	37	42	45	39	40	43	39
Luftdurchlässigkeit in cm ³	3,08	2,83	3,13	2,83	3,08	3,17	2,93	2,99	3,13	2,93

Tabelle 61
Duroterm + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	18	19	22	20	17	18	19	22	18	19
Luftdurchlässigkeit in cm ³	7,72	7,97	8,72	8,22	7,47	7,72	7,97	8,72	7,72	7,97

Tabelle 62
Duroterm + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 6 / II	29	34	29	31	32	32	33	33	32	29
Luftdurchlässigkeit in cm ³	2,44	2,69	2,44	2,53	2,59	2,59	2,63	2,63	2,59	2,44

Tabelle 63
Kompens + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 6 / II	85	89	87	83	84	91	83	84	86	90
Luftdurchlässigkeit in cm ³	4,78	4,98	4,88	4,68	4,73	5,13	4,68	4,73	4,83	5,03

Tabelle 64
Kompens + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	28	25	24	29	23	28	27	30	29	26
Luftdurchlässigkeit in cm ³	1,021	9,80	9,22	10,46	8,97	10,21	9,97	10,71	10,46	9,71

Tabelle 65
Bayer 6519 + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	73	70	78	76	77	73	69	75	74	77
Luftdurchlässigkeit in cm ³	19,02	18,64	19,78	19,54	19,68	19,02	18,44	19,39	19,24	19,24

Tabelle 66
Bayer 6519 + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 6 / II	34	28	29	32	34	29	33	30	31	28
Luftdurchlässigkeit in cm ³	2,69	2,39	2,44	2,59	2,69	2,44	2,63	2,49	2,53	2,39

Tabelle 67
E 316 + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	19	20	18	21	19	18	20	17	16	18
Luftdurchlässigkeit in cm ³	7,97	8,22	7,72	8,47	7,97	7,72	8,22	7,47	6,97	7,72

Tabelle 68
E 316 + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 6 / II	55	54	51	53	57	51	54	54	55	58
Luftdurchlässigkeit in cm ³	3,56	3,53	3,40	3,48	3,63	3,40	3,53	3,53	3,56	3,67

Tabelle 69
Cristobalite + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	25	27	32	28	27	29	29	33	31	29
Luftdurchlässigkeit in cm ³	10,21	9,97	11,31	10,21	9,97	10,46	10,46	11,46	10,96	10,46

Tabelle 70
Cristobalite + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	19	22	18	20	21	19	17	22	23	19
Luftdurchlässigkeit in cm ³	7,97	8,72	7,72	8,22	8,47	7,97	7,47	8,72	8,97	7,97

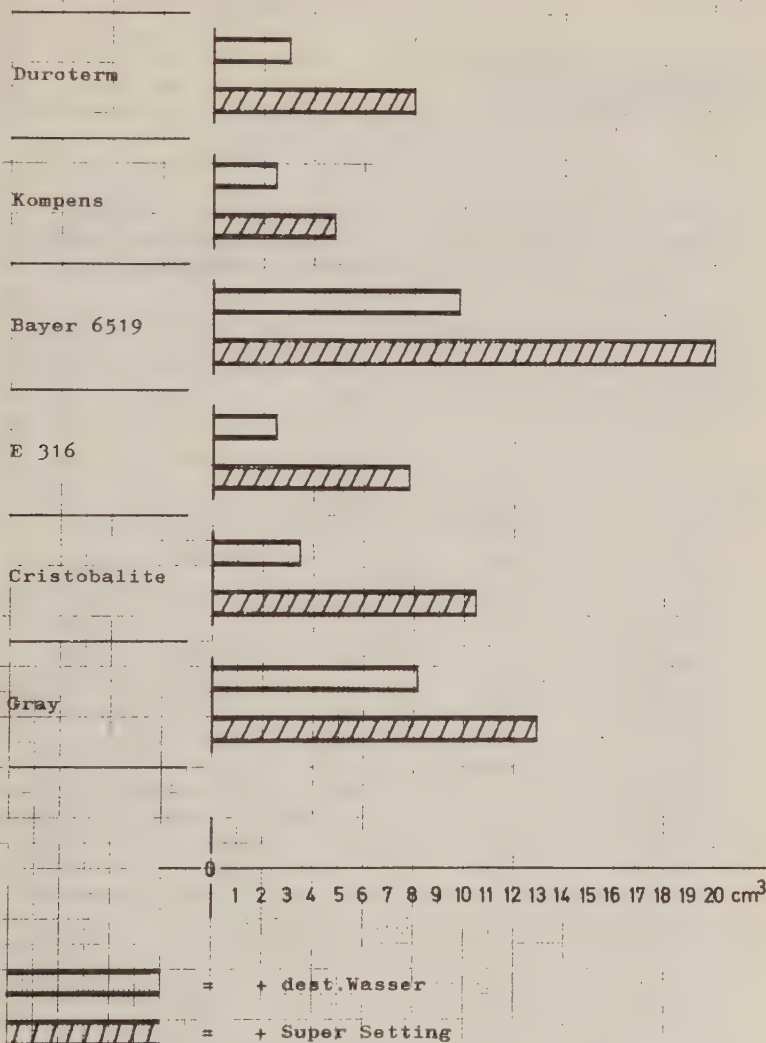
Tabelle 71
Gray + dest.Wasser

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bereich 5 / II	41	39	40	39	42	44	38	44	39	40
Luftdurchlässigkeit in cm ³	13,21	12,70	12,96	12,70	13,35	13,75	12,56	13,75	12,70	12,96

Tabelle 72
Gray + Super Setting

Luftdurchlässigkeitsprüfung
erhitzter, geglühter Zustand



Graphische Darstellung 8

der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse
 der Bestimmung der Luftdurchlässigkeit

Darstellung in cm³ im erhitzten, geglühten Zustand

Statistische Auswertung
der Versuchsergebnisse

Die Unterschiede der Prüfgrößen in den Super Setting - und Vergleichsgruppen waren jeweils so groß, daß sich die Anwendung statistischer Testverfahren erübrigte.

Zur Beschreibung der Versuchsergebnisse wurden jeweils der Gruppendurchschnittswert und die Standardabweichung in der üblichen Weise berechnet.

Tabellen der statistischen Auswertung

	Tabellen	Seite
1. Duroterm	73 - 77	87 - 91
2. Kompens	78 - 82	92 - 96
3. Bayer 6519	83 - 87	97 - 101
4. E 316	88 - 92	102 - 106
5. Cristobalite	93 - 97	107 - 111
6. Gray	98 - 102	112 - 116

	Duroterm	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,44	0,60
2	0,44	0,62
3	0,44	0,60
4	0,45	0,61
5	0,44	0,61
6	0,44	0,60
7	0,45	0,62
8	0,43	0,62
9	0,44	0,61
10	0,43	0,62
Summe von x (1) Σx	4,40	6,11
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,44	0,61
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	19,36	37,33
Summe von x^2 (4) Σx^2	1,94	3,73
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1,94	3,73
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 73

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Duroterm	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,57	0,65
2	0,54	0,65
3	0,53	0,65
4	0,56	0,64
5	0,54	0,64
6	0,57	0,64
7	0,56	0,65
8	0,57	0,65
9	0,57	0,66
10	0,56	0,65
Summe von x (1) Σx	5,57	6,49
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,56	0,65
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	31,02	42,12
Summe von x^2 (4) Σx^2	3,10	4,21
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	3,10	4,21
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 74

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Duroterm	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	238	136
2	226	127
3	242	138
4	242	129
5	236	145
6	242	130
7	224	131
8	239	128
9	240	143
10	235	132
Summe von x (1) Σx	2364	1339
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	236	134
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	5588496	1792921
Summe von x^2 (4) Σx^2	559230	179653
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	558849	179292
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	381	361
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	42,3	40,1
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	6,5	6,3

Tabelle 75

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Duroterm	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	57	39
2	54	43
3	60	44
4	57	42
5	54	43
6	59	36
7	59	35
8	61	41
9	57	39
10	54	41
Summe von x (1) Σx	572	403
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	57	40
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	327184	162409
Summe von x^2 (4) Σx^2	32778	16323
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	32718	16240
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4)-(5)$	60	83
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	6,7	9,2
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	2,6	3,0

Tabelle 76

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Duroterm	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	3,08	7,72
2	2,83	7,97
3	3,13	8,72
4	2,83	8,22
5	3,08	7,47
6	3,17	7,72
7	2,93	7,97
8	2,99	8,72
9	3,13	7,72
10	2,93	7,97
Summe von x (1) Σx	30,10	80,20
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	3,01	8,02
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	906,01	6432,04
Summe von x^2 (4) Σx^2	90,74	644,80
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	90,60	643,20
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,14	1,60
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,02	0,18
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,13	0,42

Tabelle 77

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung

Darstellung in cm^3

	Kompens	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,34	0,46
2	0,34	0,45
3	0,35	0,47
4	0,37	0,46
5	0,37	0,46
6	0,34	0,47
7	0,36	0,47
8	0,35	0,46
9	0,35	0,46
10	0,35	0,46
Summe von x (1) Σx	3,52	4,62
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,35	0,46
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	12,39	21,34
Summe von x^2 (4) Σx^2	1,24	2,13
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1,24	2,13
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4)-(5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 78

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Kompens	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,44	0,58
2	0,44	0,59
3	0,43	0,59
4	0,44	0,59
5	0,43	0,59
6	0,44	0,58
7	0,44	0,58
8	0,43	0,58
9	0,44	0,59
10	0,44	0,59
Summe von x (1) Σx	4,37	5,86
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,44	0,59
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	19,10	34,34
Summe von x^2 (4) Σx^2	1,91	3,43
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1,91	3,43
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 79

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Kompens	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	348	182
2	352	189
3	360	188
4	366	190
5	348	175
6	362	189
7	364	186
8	362	187
9	344	180
10	347	179
Summe von x (1) Σx	3553	1845
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	355	185
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	12623809	3404025
Summe von x^2 (4) Σx^2	1262997	340641
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1262380	340402
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	617	239
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	68,6	26,6
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	8,3	5,2

Tabelle 80

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Kompens	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	98	59
2	99	56
3	111	54
4	101	52
5	102	56
6	96	59
7	112	53
8	109	58
9	101	53
10	98	59
Summe von x (1) Σx	1027	559
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	103	56
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	1054729	312481
Summe von x^2 (4) Σx^2	105777	31317
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	105472	31248
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	305	69
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	33,9	7,7
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	5,8	2,8

Tabelle 81

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Kompens	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	2,44	4,78
2	2,69	4,98
3	2,44	4,88
4	2,53	4,68
5	2,59	4,73
6	2,59	5,13
7	2,63	4,58
8	2,63	4,73
9	2,59	4,83
10	2,44	5,03
Summe von x (1) Σx	25,57	48,45
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	2,56	4,85
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	653,82	2347,40
Summe von x^2 (4) Σx^2	65,46	234,96
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	65,38	234,74
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,08	0,22
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,01	0,02
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,09	0,16

Tabelle 82

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung
Darstellung in cm^3

	Bayer 6519	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,21	0,24
2	0,21	0,24
3	0,21	0,24
4	0,21	0,24
5	0,21	0,24
6	0,21	0,24
7	0,21	0,24
8	0,21	0,24
9	0,21	0,24
10	0,21	0,24
Summe von x (1) Σx	2,10	2,40
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,21	0,24
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	4,41	5,76
Summe von x^2 (4) Σx^2	0,44	0,58
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	0,44	0,58
Summe der Abweichungsquadrate (6) $\Sigma (x - \bar{x})^2$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 83

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Bayer 6519	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,28	0,32
2	0,28	0,31
3	0,29	0,30
4	0,29	0,30
5	0,29	0,31
6	0,29	0,30
7	0,29	0,30
8	0,29	0,30
9	0,29	0,30
10	0,29	0,30
Summe von x (1) Σx	2,88	3,04
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,29	0,30
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	8,29	9,24
Summe von x^2 (4) Σx^2	0,83	0,92
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	0,83	0,92
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 84

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Bayer 6519	
	nicht erhitzter Zustand	
	Versuch Nr.	
	+ dest. Wasser _x	+ Super Setting _x
1	570	493
2	574	491
3	593	487
4	559	485
5	569	482
6	558	472
7	588	465
8	564	480
9	571	490
10	572	465
Summe von x	(1) Σx	5718
Durchschnittswert	(2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	572
Summe von x zum Quadrat	(3) $(\Sigma x)^2$	32695524
Summe von x ²	(4) Σx^2	3270696
(3) geteilt durch n	(5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	3269552
Summe der Abweichungsquadrate	(6) $S_{xx} = (4) - (5)$	1144
Varianz	(7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	127,1
Standardabweichung	(8) $s = \sqrt{s^2}$	11,3

Tabelle 85

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Bayer 6519	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	157	109
2	163	112
3	156	101
4	163	117
5	165	112
6	137	97
7	163	112
8	164	104
9	151	117
10	163	96
Summe von x (1) Σx	1582	1077
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	158	108
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	2502724	1159929
Summe von x^2 (4) Σx^2	250954	116533
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	250272	115992
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	782	541
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	86,9	60,1
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	9,3	7,8

Tabelle 86

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Bayer 6519	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	10,21	19,02
2	9,80	18,64
3	9,22	19,78
4	10,46	19,54
5	8,97	19,68
6	10,21	19,02
7	9,97	18,44
8	10,71	19,39
9	10,46	19,24
10	9,71	19,24
Summe von x (1) Σx	99,72	191,99
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	9,97	19,20
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	9944,08	36860,16
Summe von x^2 (4) Σx^2	997,21	3687,69
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	994,41	3686,02
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	2,80	1,67
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,31	0,19
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,56	0,43

Tabelle 87

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung

Darstellung in cm^3

	E 316	
	nicht erhitzter Zustand	
	Versuch Nr.	
	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,34	0,34
2	0,33	0,34
3	0,34	0,34
4	0,33	0,34
5	0,34	0,34
6	0,34	0,34
7	0,34	0,34
8	0,34	0,34
9	0,33	0,34
10	0,34	0,34
Summe von x (1) Σx	3,37	3,40
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,34	0,34
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	11,36	11,56
Summe von x^2 (4) Σx^2	1,14	1,16
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1,14	1,16
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 88

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	E 316	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,39	0,44
2	0,39	0,44
3	0,39	0,44
4	0,39	0,44
5	0,39	0,44
6	0,39	0,44
7	0,39	0,44
8	0,39	0,44
9	0,39	0,44
10	0,39	0,44
Summe von x (1) Σx	3,90	4,40
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,39	0,44
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	15,21	19,36
Summe von x^2 (4) Σx^2	1,52	1,94
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1,52	1,94
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 89

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	E 316	
	nicht erhitzter Zustand	
	Versuch Nr.	
	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	433	264
2	440	272
3	449	253
4	425	278
5	449	289
6	483	287
7	468	258
8	491	254
9	460	264
10	474	266
Summe von x	(1) Σx	4572
Durchschnittswert	(2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	457
Summe von x zum Quadrat	(3) $(\Sigma x)^2$	20903184
Summe von x^2	(4) Σx^2	2094586
(3) geteilt durch n	(5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	2090318
Summe der Abweichungsquadrate	(6) $S_{xx} = (4) - (5)$	4268
Varianz	(7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	474,2
Standardabweichung	(8) $s = \sqrt{s^2}$	21,8

Tabelle 90

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	E 316	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	285	110
2	303	118
3	304	112
4	291	119
5	293	125
6	279	116
7	291	112
8	270	120
9	275	108
10	271	115
Summe von x (1) Σx	2862	1155
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	286	116
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	8191044	1334025
Summe von x^2 (4) Σx^2	820104	133643
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	819104	133402
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	1364	241
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	151,6	26,8
Standardabweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	12,3	5,2

Tabelle 91

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	E 316	
	erhitzter, geglühter Zustand	
	Versuch Nr.	
	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	2,69	7,97
2	2,39	8,22
3	2,44	7,72
4	2,59	8,47
5	2,69	7,97
6	2,44	7,72
7	2,63	8,22
8	2,49	7,47
9	2,53	6,97
10	2,39	7,72
Summe von x	(1) Σx	25,28
Durchschnittswert	(2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	2,53
Summe von x zum Quadrat	(3) $(\Sigma x)^2$	639,08
Summe von x^2	(4) Σx^2	64,03
(3) geteilt durch n	(5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	63,91
Summe der Abweichungsquadrate	(6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,12
Varianz	(7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,01
Standardabweichung	(8) $s = \sqrt{s^2}$	0,12

Tabelle 92

Statistische Auswertung

 der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung
 Darstellung in cm^3

	Cristobalite	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,32	0,33
2	0,32	0,33
3	0,31	0,33
4	0,32	0,33
5	0,31	0,33
6	0,31	0,33
7	0,31	0,33
8	0,31	0,33
9	0,31	0,33
10	0,31	0,33
Summe von x (1) Σx	3,13	3,30
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,31	0,33
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	9,80	10,89
Summe von x^2 (4) Σx^2	0,98	1,09
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	0,98	1,09
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 93

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Cristobalite	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,48	0,63
2	0,48	0,63
3	0,47	0,63
4	0,48	0,63
5	0,48	0,63
6	0,48	0,63
7	0,48	0,63
8	0,48	0,63
9	0,48	0,63
10	0,48	0,63
Summe von x (1) Σx	4,79	6,30
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,48	0,63
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	22,94	39,69
Summe von x^2 (4) Σx^2	2,29	3,97
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	2,29	3,97
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 94

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Cristobalite	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser $\bar{x}$	+ Super Setting $\bar{x}$
1	320	214
2	323	212
3	327	211
4	331	204
5	324	219
6	343	205
7	325	202
8	348	199
9	328	212
10	326	209
Summe von x (1) Σx	3295	2087
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	330	209
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	10857025	4355569
Summe von x^2 (4) Σx^2	1086433	435893
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	1085702	435556
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	731	337
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	81,2	37,4
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	9,0	6,1

Tabelle 95

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Cristobalite	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser _x	+ Super Setting _x
1	82	48
2	83	49
3	85	50
4	85	48
5	83	51
6	80	47
7	87	47
8	79	50
9	78	47
10	81	52
Summe von x (1) Σx	823	489
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	82	49
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	677329	239121
Summe von x^2 (4) Σx^2	67807	23941
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	67732	23912
Summe der Ab- weichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	75	29
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	8,3	3,2
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	2,9	1,8

Tabelle 96

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Cristobalite	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	3,56	10,21
2	3,53	9,97
3	3,40	11,31
4	3,48	10,21
5	3,63	9,97
6	3,40	10,46
7	3,53	10,46
8	3,53	11,46
9	3,56	10,96
10	3,67	10,46
Summe von x (1) Σx	35,29	105,47
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	3,53	10,55
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	1245,38	11123,92
Summe von x^2 (4) Σx^2	124,61	1114,89
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	124,54	1112,39
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,07	2,50
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,01	0,28
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,09	0,53

Tabelle 97

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung

Darstellung in cm^3

	Gray	
	nicht erhitzter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,18	0,19
2	0,18	0,19
3	0,18	0,20
4	0,18	0,19
5	0,18	0,19
6	0,18	0,19
7	0,18	0,19
8	0,18	0,19
9	0,18	0,19
10	0,18	0,20
Summe von x (1) Σx	1,80	1,92
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,18	0,19
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	3,24	3,69
Summe von x^2 (4) Σx^2	0,32	0,37
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	0,32	0,37
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 98

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Gray	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	0,30	0,43
2	0,28	0,43
3	0,29	0,43
4	0,30	0,43
5	0,29	0,43
6	0,29	0,43
7	0,29	0,43
8	0,29	0,43
9	0,29	0,43
10	0,29	0,43
Summe von x (1) Σx	2,91	4,30
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	0,29	0,43
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	8,47	18,49
Summe von x^2 (4) Σx^2	0,85	1,85
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	0,85	1,85
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	0,00	0,00
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,00	0,00
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,00	0,00

Tabelle 99

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Kugeldruck - Härteprüfung

Darstellung in mm

	Gray	
	nicht erhitzter Zustand	
	Versuch Nr.	
	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	632	471
2	633	457
3	633	468
4	622	466
5	616	449
6	612	464
7	615	453
8	624	468
9	618	448
10	627	463
Summe von x	(1) Σx	6232
Durchschnittswert	(2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	623
Summe von x zum Quadrat	(3) $(\Sigma x)^2$	38837824
Summe von x^2	(4) Σx^2	3884340
(3) geteilt durch n	(5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	3883782
Summe der Abweichungsquadrate	(6) $S_{xx} = (4) - (5)$	558
Varianz	(7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	62,0
Standardabweichung	(8) $s = \sqrt{s^2}$	7,9

Tabelle 100

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung
Darstellung in kg

	Gray	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	172	108
2	183	106
3	174	112
4	185	110
5	179	108
6	186	99
7	178	105
8	180	98
9	182	107
10	177	103
Summe von x (1) Σx	1796	1056
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	180	106
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	3225616	1115136
Summe von x^2 (4) Σx^2	322748	111696
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	322561	111513
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	187	183
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	20,8	20,3
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	4,6	4,5

Tabelle 101

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Druckfestigkeitsbestimmung

Darstellung in kg

	Gray	
	erhitzter, geglühter Zustand	
Versuch Nr.	+ dest. Wasser x	+ Super Setting x
1	7,97	13,21
2	8,72	12,70
3	7,72	12,96
4	8,22	12,70
5	8,47	13,35
6	7,97	13,75
7	7,47	12,56
8	8,72	13,75
9	8,97	12,70
10	7,97	12,96
Summe von x (1) Σx	82,20	130,64
Durchschnittswert (2) $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$	8,22	13,06
Summe von x zum Quadrat (3) $(\Sigma x)^2$	6756,84	17066,81
Summe von x^2 (4) Σx^2	677,81	1708,40
(3) geteilt durch n (5) $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$	675,68	1706,68
Summe der Abweichungsquadrate (6) $S_{xx} = (4) - (5)$	2,13	1,72
Varianz (7) $s^2 = \frac{S_{xx}}{n-1}$	0,24	0,19
Standard - abweichung (8) $s = \sqrt{s^2}$	0,49	0,44

Tabelle 102

Statistische Auswertung

der Versuchsergebnisse der Luftdurchlässigkeitsprüfung
Darstellung in cm^3

Zusammenfassung

Das als "neue Spezialität" auf den Markt gebrachte Schnelleinbettmittel "Super Setting" wurde einigen vergleichenden Untersuchungen in Bezug auf seine Auswirkungen auf die Veränderungen der Abbindezeit, der Kugeldruckhärte, der Druckfestigkeit und der Luftdurchlässigkeit unterzogen. Eine Analyse ergab, daß es sich bei Super Setting um Natriumsulfat (Na_2SO_4) mit Spuren von SiO_2 handelt.

Das Mittel ist also durchaus nicht neu, sondern wird schon von Sterzel (43) im Jahre 1923 und vielen anderen Autoren - wie aus den Angaben der Literatur zu ersehen ist - erwähnt.

Die zu den Versuchen herangezogenen Einbettmassen wurden

1. nur mit destilliertem Wasser angerührt. Darauf wurden sie
2. mit der angesetzten Lösung von Super Setting (200 cm^3 konzentrierte, handelsübliche Lösung von Super Setting auf 1800 cm^3 destilliertes Wasser) angerührt.

Diese beiden Gruppen, Einbettmasse + destilliertes Wasser, als auch Einbettmasse + Super Setting wurden sowohl

1. im nicht erhitzten Zustand, als auch
2. im erhitzten, geglühten Zustand zu den Versuchen der Bestimmung der Druckfestigkeit und der Bestimmung der Kugeldruckhärte herangezogen

Die Bestimmung der Abbindezeit wurde logischerweise nur im nassen Zustand und die Versuche zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit nur im erhitzten, geglühten Zustand durchgeführt.

Aus den Versuchsergebnissen geht eindeutig hervor, daß der Name "Super Setting" zu Recht besteht (zu deutsch : "Schnellabbindung"), denn wie aus den Tabellen 1 - 12 hervorgeht, ist das Ende der Abbindezeit - also eine Er-

starrung der Einbettmasse - bereits nach 3 bis 4 Minuten nach dem Anrührbeginn bei fast allen Einbettmassen erreicht. Lediglich die Einbettmasse Bayer 6519 zeigt eine Verlängerung der Abbindezeit von 2 Minuten bei Verwendung von Super Setting (Tab. 5 und 6).

Diese signifikante Verkürzung der Abbindezeit steht im Gegensatz zu Hering (17), der langsam abbindende Einbettmassen vorzieht.

Das von den meisten Herstellern der Einbettmassen eingestellte normale Abbindezeitende liegt bei allen Massen zwischen 11 und 16 Minuten. Diese Zeit wird auch voll benötigt, sollte ein größeres Gußstück mit aller Sorgfalt eingebettet werden, sowohl bei zweiteiliger Einbettung als auch bei der Verwendung der Vakuumeinbettung. Es ist stark zu bezweifeln, daß mit einer Einbettmasse, die mit Super Setting angerührt ist und bereits nach 3 bis 4 Minuten abbindet (Graphische Darstellung 1), ein einwandfreies, blasenfreies Einbetten gewährleistet werden kann. Die graphischen Darstellungen der Versuchsergebnisse der Bestimmung der Kugeldruckhärte geben ein anschauliches Bild des Absinkens der Kugeldruckhärte bei Verwendung von Super Setting, sowohl im nicht erhitzten als auch im erhitzten, geglühten Zustand.

Die Meßwerte ergaben, daß die Belastung im nicht erhitzten Zustand durch die Verwendung von Super Setting bei fast allen Einbettmassen um durchschnittlich 15 bis 25 kg/cm² sinkt (Graphische Darstellung 4).

Ein ebenfalls deutlicher Abfall der Belastbarkeit von 15 bis 35 kg/cm² ist im erhitzten, geglühten Zustand bei den mit Super Setting angerührten Einbettmassen festzustellen (Graphische Darstellung 5).

Die Bestimmung der Druckfestigkeit gibt ein noch deutlicheres Bild des Abfalles der Druckfestigkeit der mit Super Setting angerührten Einbettmassen.

Während im ungeglühten, nicht erhitzten Zustand die mit Super Setting angerührten Einbettmassenprüfkörper nur etwa 50 bis 65 % der Belastung, im Vergleich zu den mit destilliertem Wasser angerührten Prüfkörpern, aushielten, so zerbrachen die mit Hilfe von Super Setting hergestellten Prüfkörper im erhitzten, geglühten Zustand schon bei 30 bis 50 % der Belastung gegenüber den mit destilliertem Wasser hergestellten Prüfkörpern.

Den einzigen positiven Einfluß nimmt das Super Setting auf die Luftdurchlässigkeit der Einbettmassen. Es wurde in den Versuchen festgestellt, daß bei Verwendung von Super Setting die Luftdurchlässigkeit der geprüften Einbettmassen auf das Doppelte oder mehr ansteigt. Es wurde dies bei allen zu den Versuchen herangezogenen Einbettmassen festgestellt. (Graphische Darstellung 8).

Gerlach (14) ist der Ansicht, daß die Beschleuniger-Substanzen - und dazu zählt auch das Super Setting - in jedem Falle unangebracht sind und das thermische Volumenverhalten der Einbettmassen weitgehendst in ungünstigem Sinne beeinflussen. so muß auch aus den vorliegenden Versuchsergebnissen dieser Arbeit - mit Ausnahme der positiven Beeinflussung der Luftdurchlässigkeit - der Schluß gezogen werden, daß Beschleuniger-Substanzen, in diesem Falle Super Setting (Na_2SO_4) auch die Abbindezeit, die Kugeldruckhärte, mehr aber noch die Druckfestigkeit im ungünstigen Sinne beeinflussen.

Literaturverzeichnis

1. American Dental Association
Specification no. 2 for casting investment
for dental gold alloy.
Second Edition, Chicago, 1964
2. Bach, J. Handbuch der Zahnersatzkunde, Band I
Berlin 1918
3. Beeck, K.H.
Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußver-
fahren und ihre praktische Auswertung.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 13,470(1958)
4. Bennstein, M.
Untersuchungen am Gips.
Zahnärztl.Runsch.Berlin 46,490,(1919)
5. Bonsack, Chr.
Der heutige Stand des Gußproblems.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 8, 5 u.67,(1953)
6. Dreyer-Jørgensen, K.P.
Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Guß-
verfahren.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 13,461,(1958)
7. Endell, K. und Hoffmann, U.
Über vergleichende röntgenoptische und
dilatometrische Untersuchungen an Einbett-
massen.
Zahnärztl.Rdsch.Berlin 43,1478,(1934)
8. Feinmann, P.B.
Zahnärztliche Einbettungsmethoden und Guß-
probleme.
Med.Diss.Düsseldorf 1957

9. Falck, K. und P. Weikart
Werkstoffkunde für Zahnärzte.
München 1959
10. Gehre, G.
Zum thermovolumetrischen Verhalten von
Quarz - Gips Gemischen.
Dtsch.Stomat. 15,224,(1965)
11. Gehre, G.
Beitrag zur Entwicklung verbesserter Ein-
bettmassen für den Guß von Dentaledelmetall-
legierungen unter besonderer Berücksichti-
gung der Vakuumeinbettung.
Dtsch.Stomat. 16,254,(1966)
12. Gerlach, H.P.
Beiträge zur Materialkunde I
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 35,1121,(1932)
13. Gerlach, H.P.
Die Beeinflussung des thermischen Volumen-
verhaltens von Gips - Quarzgemischen im
zahnärztlichen Gußverfahren.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 36,467,(1933)
14. Gerlach, H.P.
Beiträge zur Materialkunde III
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 36,746,(1933)
15. Gerlach, H.P.
Thermovolumetrische Untersuchungen an Ein-
bettmassen im zahnärztlichen Gußverfahren.
Berlin 1935
16. Han, D.S.
Experimentelle Untersuchungen zur weiteren
Klärung des Gußproblems.
Dtsch.Mschr.Zahnhk. 48,529,(1930)

17. Hering, H.
Einbettmassen..
In Eichner, K.: Leitfaden zahnärztlicher
Werkstoffe und ihrer Verarbeitung.
Berlin 1967

18. Höfer, G.
Über das Volumenverhalten einiger zahnärzt-
licher Einbettungsmassen unter Berücksichti-
gung der hygroskopischen Expansion nach Scheu.
Med.Diss.Leipzig 1957

19. Ilg, V.K.
Über die Brinellhärte der in der "indirekten
Technik" gebräuchlichen Modellwerkstoffe.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 4,1488,(1949)

20. Jung, F.
Studien über Einbettungsmassen und ihren Ein-
fluß auf die Oberflächengestaltung von Guß-
arbeiten.
Dtsch,zahnärztl.Wschr. 29,121,(1926)

21. Klughardt, A.
Zahnärztliche Materialkunde
Leipzig 1922

22. Knappwost, A.
Über das thermische Expansions- und Kontrak-
tionverhalten von Dentallegierungen und Ein-
bettmassen und deren Beziehung zur Sekundär-
karies.
Zahnärztl.Welt 4,523,(1949)

23. Kyselová, J., Kysela, B. und Mareš, J.
Der Einfluß der Gußapparate auf das Vorkommen
der Defekte in Dentalgüssen.
Schweiz.Mschr.Zahnhk. 69,403,(1959)

24. Mahler, D.B.
Plaster of Paris and stone material.
Internat.Dent.J. 5, 241, (1955)

25. Oeschger, H.X.
Vergleichende Untersuchungen über das Ein-
betten mit im Vakuum von Luftblasen befrei-
ter Einbettmassen.
Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 22, 208, (1955)

26. Oettinger, R.
Expansionstechnik zum Ausgleich der Rest-
kontraktion der Goldlegierungen beim Guß.
Zahnärztl.Rdsch.Berlin 43, 101, (1934)

27. Plischka, G.
Qualitätsuntersuchungen einiger Gipssorten
und deren Eignung und Verarbeitung mit einem
Vibrator.
Dtsch.Zahnärztebl 10, 43, (1956)

28. Port
Über Gips.
Correspondenz Blatt für Zahnärzte 35, 19, (1906)

29. Price, W.A.
The behavior of gold in fusing and casting.
Dental Cosmos 53, 265, (1911)
zit.in Dtsch.Mschr Zahnhk. (1922) Nr. 3

30. Rehberg, H.J.
Untersuchungen über die Härte des Gipses,
insbesondere nach Hitzeeinwirkung.
Zahnärztl.Rdsch.Berlin 52, 364, (1950)

31. Rehberg, H.J. und Becherer, G.
Die Bedingtheit der Härte des Gipses und
ihre physikalische Deutung.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 2, 488, (1954)

32. Rehberg, H.J.
 Untersuchungen über eine neue Einbettmasse
 für den Guß hochschmelzender Legierungen.
 Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 22,193,(1955)

33. Schalow, W. und Emerich, H.
 Untersuchungen über Modellgips mit besonderer
 Berücksichtigung des Moldanos.
 Zahnärztl.Rdsch.Berlin 31,1353,(1933)

34. Scheu, C.H.
 Precision casting utilizing the hygroscopic
 action of plaster in making expanded moulds.
 J.Amer.Dent.Ass. 20,1205,(1933)

35. Schoenbeck, F.
 Materialkunde der zahnärztlichen Technik.
 Berlin 1920

36. Schoenbeck, F.
 Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Material-
 kunde.
 Berlin 1931

37. Schubert, L.
 Über Modellgips.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 34,1356,(1931)

38. Schubert, L.
 Über Materialien.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 36,83,(1933)

39. Schubert, L. und Klode
 Die Auswirkung der Volumenänderungen einiger
 Einbettmassen auf die Gußkontraktion des
 Goldes auf Grund volumetrischer Messungen.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 36,750,(1933)

40. Schubert, W.
Über den Verlauf und Umfang der Expansion
zahntechnischer Formgipse.
Dtsch.Stomat. 8, 593, (1958)
41. Schwindling, R. und Genieser, H.
Volumenverhalten, Härte und Bruchfestig-
keit neuerer zahnärztlicher Hartgipse.
Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 37, 317, (1962)
42. Solbrig, O.
Welche Faktoren bedingen die Formverände-
rungen in dem zahnärztlichen Gußverfahren.
Vjschr.Zahnhk. 81, (1922), H.1
43. Sterzel, E.
Abbindezeiten des Gipses.
Dtsch.Mschr.Zahnhk. 41, 225, (1923)
44. Tsäge, F.
Untersuchungen über thermische und hygro-
skopische Expansion von Einbettmassen.
Dtsch.Stomat. 5, 619, (1955)
45. Taylor, O.N., Paffenbarger, G.C. und Sweeney, W.T.
Dental inlay casting investments :
Physical properties and a specification.
J.Amer.Dent.Ass. 17, 2266, (1930)
46. Wannenmacher, E.
Der Gips als Abdruckmaterial mit besonderer
Berücksichtigung seiner Expansion.
Dtsch.Mschr.Zahnhk. 43, 283, (1925)
47. Weikart, P.
Beitrag zur Kenntnis der physikalisch-che-
mischen Eigenschaften des Gipses.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 41, 693, (1938)

48. Weikart, P.

Zum Thema Präzisionsguß.

Zahnärztl.Welt 10, 90, (1955)

49. Zajonczkowski, J.

Versuch, die Gesetzmäßigkeiten für die
Gasdurchlässigkeit von zahnärztlichen
Einbettmassen zu finden.

Med.Diss.Erlangen 1949

Lebenslauf

Am 1. August 1931 wurde ich, Friedrich - Josef Klohe, als Sohn des Hauptlehrers Friedrich Klohe und dessen Ehefrau Emma, geb. Keilbach, in Mannheim geboren.

Von 1937 - 1941 besuchte ich die Volksschule in Mannheim-Käfertal und trat 1941 in das Karl-Friedrich-Gymnasium, Mannheim, ein und verblieb dort bis die Schule wegen Kriegseinwirkung 1943 geschlossen wurde. Von 1943 - 1944 besuchte ich das Kurfürst-Friedrich-Gymnasium in Heidelberg. Nach Kriegsende besuchte ich von Oktober 1945 bis Februar 1952 die Albertus-Magnus-Schule, Bischöfliches Gymnasium in Viernheim, wo ich im Februar 1952 die Reifeprüfung ablegte.

Von 1952 - 1955 studierte ich an der Karl-Ruprecht-Universität in Heidelberg Medizin. 1955 wechselte ich an die Johannes-Gutenberg-Universität über und nahm dort das Studium der Zahnmedizin auf. 1957 bestand ich das zahnmedizinische Physikum.

Im Sommersemester 1960 legte ich an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz mein Staatsexamen ab und erhielt am 13. Oktober 1960 meine Bestallung als Zahnarzt.

Vom 13. Oktober 1960 bis September 1966 war ich beschäftigt als Wing Dental Officer des Department of National Defence (NATO) der Royal Canadian Air Force.

Seit 1. Oktober 1967 arbeite ich als Assistent in der kassenzahnärztlichen Praxis des Herrn Zahnarzt Leo Braun in Nierstein.

Meinen herzlichsten Dank möchte ich Herrn Privatdozent
Oberarzt Dr.Marx aussprechen für die Überlassung des
Themas sowie für die vielen guten Ratschläge.

Herzlichen Dank möchte ich auch Herrn Professor Jung
sagen für die Übernahme des Korreferates.

BAMBERGER FOTODRUCK · RUDOLF RODENBUSCH
8600 BAMBERG · Markusplatz 22 · Telefon: 0951/26794